

机 修 手 册

(试用本修订第二版)

高 压 电 器 的 修 理

沈阳重型机器厂 編

机 械 工 业 出 版 社

毛主席語录

我們能够学会我們原来不懂的东西。我們不但善于破坏一个旧世界，我們还将善于建設一个新世界。中国人民不但可以不要向帝国主义者討乞也能活下去，而且还将活得比帝国主义国家要好些。

《在中国共产党第七届中央委员会第二次
全体会议上的报告》

本手册共分五篇。第一篇：修理技术准备；第二篇：修理工艺；第三篇：设备的安装与保养；第四篇：动力设备的修理；第五篇：电气设备的修理。

第五篇共分9章，分别阐述电机、变压器、高压电器、配电线路、低压电器、机床电气设备、桥式起重机电气设备、感应加热和电弧炼钢炉电气设备、电焊机等修理，分成9个分册出版。

本分册是第五篇第三章，主要是介绍机器制造厂常用的高压开关、电容器和避雷器的维修技术及其有关的技术资料。对于电容器，由于一般工厂的技术条件所限，尚不能修理，故主要是介绍一些有关电容器选择和运行维护方面的内容。本书的第一版是在文化大革命以前发稿的，书中存在一些问题 and 错误。这次再版作了较大的修改，并增加了一些新的内容。本书可供机器制造厂电力部门的运行维修人员参考。

高压电器的修理

(试用本修订第二版)

沈阳重型机器厂编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外南礼士路北口)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $1\frac{5}{8}$ ·字数 56 千字

1967 年 12 月北京第一版

1970 年 6 月北京第二版·1970 年 6 月北京第三次印刷

印数 85,001—295,000·定价 0.21 元

*

统一书号：15033·4052

目 次

高压电器的修理

一、高压开关的修理	1
(一) 高压开关的技术性能	1
1. 隔离开关的技术数据	1
2. 负荷开关的技术数据	3
3. 熔断器的技术数据	6
4. 油断路器的技术数据	7
(二) 高压开关的调整与检修	12
1. 隔离开关的调整	12
2. 熔断器的调整与检修	13
3. 油断路器的调整与检修	15
(三) 高压开关的试验	31
二、电容器的选择与运行监视	32
(一) 电容器的选择	32
1. 电容器的技术性能	32
2. 电容器的选择和应用	33
3. 电容器的保护装置	36
(二) 电容器的安装与运行监视	38
1. 电容器的安装	38
2. 电容器投入运行	41
3. 运行中的电容器的监视	41
(三) 电容器的试验	42
三、避雷器的修理	45
(一) 阀型避雷器的构造与特性	45
(二) 阀型避雷器的维护	48
(三) 阀型避雷器的检修	48
1. 避雷器的拆卸	48
2. 火花间隙的检修	49
3. 阀型电阻盘和其他部件的检修	49

IV

4. 避雷器元件組的裝配.....	50
(四) 閘型避雷器的試驗	50
1. 測量絕緣電阻.....	50
2. 測量漏泄電流.....	51
3. 工頻放電試驗.....	51

毛主席语录

抓革命，促生产，促工作，促战备。

转摘自一九六八年五月十四日《人民日报》

高压电器的修理

一、高压开关的修理

(一) 高压开关的技术性能

1. 隔离开关的技术数据 (表1~2)

表1 隔离开关的技术数据

型 号	額定 电压 (仟伏)	額定电流 (安)	极限通过电流: (仟安)		10秒热稳 定 电 流 (仟安)	重量 (公斤)	相当于苏联型号
			峰值	有效值			
戶内单极隔离开关							
GN1-3/400	6	400	50	29	10	8.4	PJBO-6/400
GN1-6/600	6	600	60	35	14	9.0	PJBO-6/600
GN1-10/400	10	400	50	29	10	6.1	PJBO-10/400
GN1-10/600	10	600	60	35	14	6.4	PJBO-10/600
GN1-10/1000	10	1000	80	47	26	20	PJBO-10/1000
GN1-10/2000	10	2000	85	50	36	25	PJBO-10/2000
戶内三极隔离开关							
GN6-6/400	6	400	50	29	10	24	PB-6/400
GN6-6/600	6	600	60	35	14	24.6	PB-6/600
GN6-10/400	10	400	50	29	10	26.5	PB-10/400
GN6-10/600	10	600	60	35	14	27	PB-10/600
GN6-10/1000	10	1000	75	43	28.5	50	PB-10/1000

(续)

型 号	额定电压 (仟伏)	额定电流 (安)	极限通过电流 (仟安)		10秒热稳定 电 流 (仟安)	重量 (公斤)	相当于苏联型号
			峰值	有效值			
GN2-6/400	6	400	50	29	10	38	РЛВШ-6/400
GN2-6/600	6	600	60	35	14	40	РЛВШ-6/600
GN2-10/400	10	400	50	29	10	41	РЛВШ-10/400
GN2-10/600	10	600	60	35	14	43	РЛВШ-10/600
GN2-10/1000	10	1000	80	47	28.5	75	РЛВШ-10/1000
GN2-10/2000	10	2000	85	50	36	85	РЛВШ-10/2000
GN2-10/3000	10	3000	100	60	50	185	РЛВШ-10/3000
GN3-10/3000	10	3000	200	120	85	186	РВУ-10/3000
GN3-10/4000	10	4000	200	120	85	196.5	РВУ-10/4000
GN8-6/400	6	400	50	29	10	33	РВФ-6/400
GN8-6/600	6	600	60	35	14	35	РВФ-6/600
GN8-10/400	10	400	50	29	10	36	РВФ-10/400
GN8-10/600	10	600	60	35	14	38	РВФ-10/600
GN8-10/1000	10	1000	75	43	28.5	40	РВФ-10/1000
户外三极隔离开关							
GW1-6/200	6	200	15	9	5	12	РЛН-6/200
GW1-6/400	6	400	25	15	10	12	РЛН-6/400
GW1-10/200	10	200	15	9	5	20	РЛН-10/200
GW1-10/400	10	400	25	15	10	20	РЛН-10/400
GW1-10/600	10	600	35	21	14	21	РЛН-10/600

表 2 隔离开关操作机构的技术数据

传 动 方 式	型 号	
	操作机构	配 用 的 隔 离 开 关
手动杠杆传动, 墙厚 15~140 毫米, 手把长 250 毫米	CS5-1	三极GN2, GN6, 6~10 仟伏, 400~600安 单极GN1, 1000安以下
手动杠杆传动, 墙厚 15~140 毫米, 手把长 350 毫米	CS5-2	三极GN2, GN6, 10 仟 伏, 1000~2000安 单极GN1, 10仟伏, 2000安
手动杠杆传动, 墙厚最大为140毫米, 手把长250毫米, 墙前或墙后操作	CS6-1	三极GN2, GN6, GN8, 6~10仟伏, 400~600安 单极GN1, 1000安

(续)

传 动 方 式	型 号	
	操作机构	配用的隔离开关
手动杠杆传动, 墙厚最大为140毫米, 手把长425毫米, 墙前或墙后操作	CS6-2	三极 GN2, GN6, GN8, 10千伏, 1000~3000安 单极 GN1-10, 2000安 单极 GN3-10, 3000~4000安
手动杠杆传动, 墙厚15~100毫米, 手把长425毫米, 墙后操作	CS7	GN 2, GN3, 10 千伏, 3000~4000安
蜗杆手动操作, 墙厚5~150毫米	CS9	GN 3-10/3000或4000安
远距离电动操作, 电动机由三相交流170/220伏或220/380伏供电或直流110, 220伏	CJ2	GN 3-10/3000或4000安
带联锁接触的户外手动操作机构	CS8-5	GW1-6, GW1-10

隔离开关是供高压电气设备在无负载而带电压的情况下闭合与分断电路用的, 在有负载情况下不允许分合电路, 否则会发生短路事故。

隔离开关品种繁多, 其中除 GN8 的一种为瓷套管式外, 技术性能都差不多, 可任选一种。

GN8 I 型在闸刀侧为瓷套管; GN8 II 型在静触头侧为瓷套管; GN8 IV 型以上, 两侧都为瓷套管。

操作机构 CS5 型系老产品, 已为 CS6 型所取代。

2. 负荷开关的技术数据 (表3~7)

表 3 负荷开关的技术数据

型 号	额定电压 (仟伏)	最大工作电压 (仟伏)	额定电流 (安)	最大分断电流 (安)	断流容量 (兆伏安)	短路电流的稳定度				操作机构 的 型 号	重量 (公斤)	备注
						极限通过电流 (仟安)		热稳定电流 (仟安)				
						峰值	有效值	4 秒	10 秒			
FN1-10	6	6.9	400	800		25	14.5		6	CS3-T, CS3 CS4-T, CS4	50	淘汰产品
	10	11.5	200	400								
FN 2-10 (压气式)	6	6.9	400	2500	20	25	14.5		6	CS4-T, CS4	44	发展产品 西安厂出品
	10	11.5		1200	25							

(续)

型 号	額定电压 (仟伏)	最大工作电压 (仟伏)	額定电流 (安)	最大分断电流 (安)	断流容量 (兆伏安)	短路电流的稳定度				操作机构 的 型 号	重量 (公斤)	备注
						极限通过电流 (仟安)		热稳定电流 (仟安)				
						峰值	有效值	4 秒	10 秒			
FN 3-10 (压气式)	6	6.9	400	1950	20	25	14.5	14.5	8.5	CS3-T, CS3, CS2		发展 产品 厂出品
	10	11.5		1450	25			(1 秒)	(5 秒)			
FW 1-10 戶外柱上 負荷开关	6	6.9	400	1000	10	25	14.5		6	CS8-5	18	FW 1-10 I 型用鉤 棒操作
	10	11.5		900	15							
FW 2-6 戶外柱上 油断路器	6	6.9	100	1630		14	8		5.6	用鉤棒或繩 索操作	124	
			200						5.6		124	
			400						9		128	
FW 2-10 戶外柱上 油断路器	10	11.5	100	1630		14	8		5.6	用鉤棒或繩 索操作	124	
			200						5.6		124	
			400						9		128	

注: F—负荷开关; N—户内式; W—户外式; T—带有脱扣装置。

表 4 FN1-10R型及FN2-10R型户内用负荷开关配用
熔断器的技术数据

额定电压 (仟伏)	最大工 作电压 (仟伏)	熔断器型号	最大工 作电流 (安)	最大断 流 量 (仟安)	限止最大 断 流 量 (仟安)	断流容量 (三相) (兆伏安)	重 量 (公斤)
6	6.9	RN1-6/20	20	20	5.2	200	50
		RN1-6/75	75		14		
		RN1-6/200	200		25		
10	11.5	RN1-10/20	20	12	4.5	200	62
		RN1-10/50	50		8.6		
		RN1-10/100	100		15.5		

表 5 FN3-10型负荷开关配用熔断器的技术数据

型 号	额定电压 (仟伏)	额定电流 (安)	最大开断电流 (有效值) (仟安)	最大断流容量 (兆伏安)	当切断极限短路电 流时电流最大峰值 (仟安)
DS-6	6	25	20	200	5.8
		75			14
		200			
		300			
DS-10	10	25	12	200	5
		50			8.6
		150			
		200			

各种负荷开关能在工作电压及额定电流下切断与闭合电路。

FN1-10及FN1-10R型负荷开关系老产品,质量不好,已淘汰。FN1型负荷开关有机玻璃灭弧片开断一定时间后必须更换,并且触头也易烧损,由于存在着这些缺点,故应用不广。改进后的FN2、FN3型负荷开关利用本身分闸机构带动气缸,产生压缩空气吹弧,效果较好。

FW型系户外柱上开关,与户外熔断器配合,在一定条件下可以代替油断路器。

表 6 CS3-T型负荷开关脱扣线圈技术数据

脱扣电磁铁名称	额定电压 (伏)	电 流 (安)
直流脱扣电磁铁	24	6.5
	48	4.7
	110	2.9
	220	1.5
交流脱扣电磁铁	110~127	—
	220	—
	380	—

表 7 CS4-T型负荷开关脱扣线圈技术数据

脱扣电磁铁名称	额定电压 (伏)	电 流 (安)
直流脱扣电磁铁	24	6.5
	48	4.85
	110	2.9
	220	1.5
交流脱扣电磁铁	110~127	—
	220	—

3. 熔断器的技术数据 (图 1 和表 8 ~ 10)

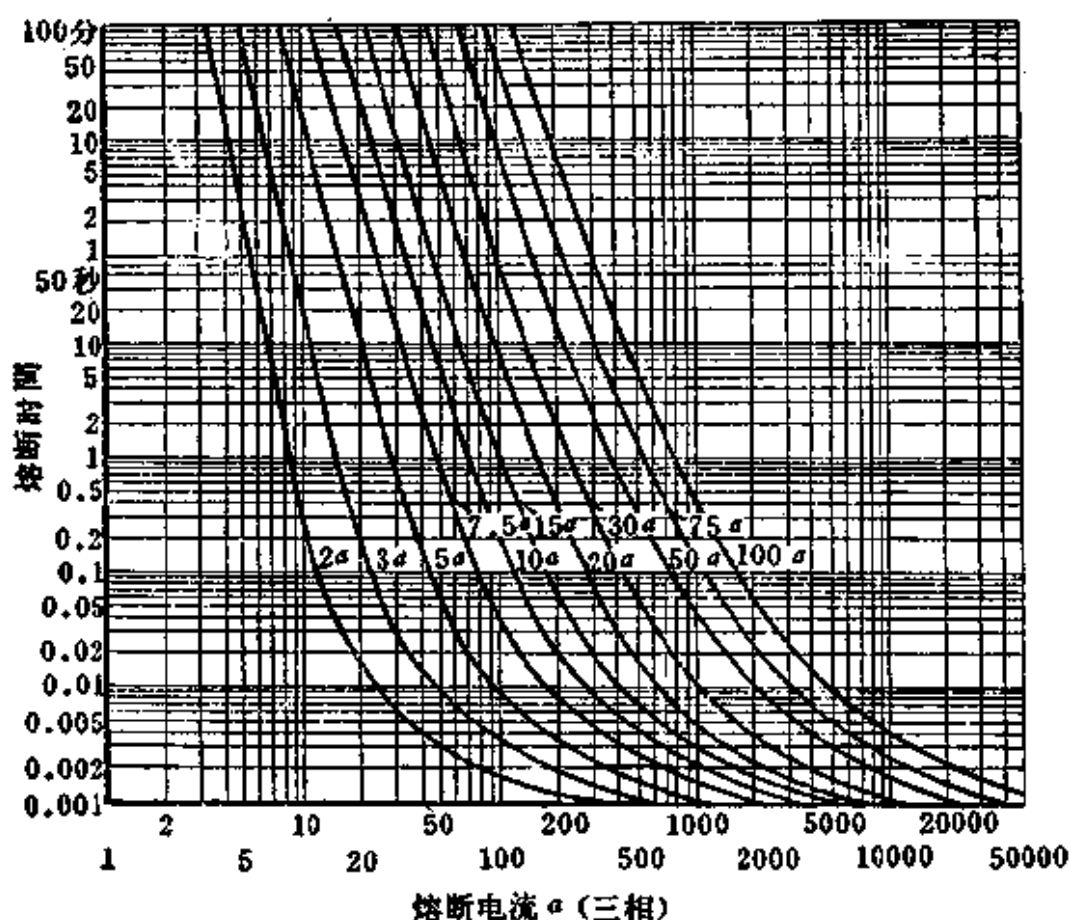


图 1 RN1-10 型熔断器熔丝熔断时间特性表。

表 8 RN1 型户内熔断器技术数据

型 号	额定电压 (仟伏)	最高工作电压 (仟伏)	最大额定电流 (安)	最大开断电流 (仟安)	最小开断电流 (以额定电流倍数表示)	最大断流容量 (三相) (兆伏安)	当开断大电流时 最大瞬时值 (仟安)	单极不带底重 (公斤)	熔管重量 (公斤)
RN1-3	3	3.5	20	40	1.3	200	6.5	4.7	0.9
			100				24.5	5.7	2.2
			200				35	8	4.5
			300					12.5	8.5
			400				50	13	9
RN1-6	6	6.9	20	20	1.3	200	5.2	6	1.5
			75				14	7.3	2.6
			100				19	8.5	3
			200				25	11	6
			300					13.5	9.2
RN1-10	10	11.5	20	12	1.3	200	4.5	7.4	2
			50				8.6	8.5	3
			100				15.5	11.5	6
			150					12.5	7
			200					16.5	9.5

表9 RN2-10型户内熔断器的技术数据

额定电压 (仟伏)	最大断流容量 (三相) (兆伏安)	最大分断短路 电流(有效值) (仟安)	最大分断短路电 流时之最大值 (仟安)	电阻值 (欧姆)	无底板熔断 器的重量 (公斤)
3	500	100	160	90	0.4
6	1000	85	300		
10	1000	50	1000		

RN1-10 型熔断器用于保护电气设备过载或短路。

RN2-10 型熔断器专用于保护电压互感器。

表10 户外高压熔断器(跌落式保险丝具)的技术数据

型 号	额定电压 (仟伏)	额定电流 (安)	熔 丝 额 定 电 流 (安)	断流容量	重合闸时间
RW3-10	10	100	1, 2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100	75兆伏安	不能重合闸
		150	125, 150	150兆伏安	不能重合闸
		200	175, 200	200兆伏安	不能重合闸
RW3-10Z	10	100	7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100	50兆伏安	0.3秒
		150	125, 150	100兆伏安	0.3秒
		200	175, 200	100兆伏安	0.3秒

RW3-10 型户外跌落式熔断器装于变压器进线侧作短路和过载保护用, 熔丝熔断以后能迅速跌落, 使电路自动开断, 故也能起到隔离开关的作用。不过, 这类熔断器因无灭弧装置, 所以不能在带负荷的情况下进行分合闸操作, 只能用来在空载情况下切断不大的空载电流, 如配合户外负荷开关, 在一定条件下可以代替断路器。

这类熔断器熔丝熔断时, 会自敞开的两端喷出火焰和熔化金属, 所以不能用在户内, 恐导致母线短路。

4. 油断路器的技术数据

油断路器的技术数据列于表11。油断路器操作机构的型号列于表12。操作机构的技术数据列于表13, 其原理图示于图2。操作机构的选择列于表14。

表11 油断路器的技术数据

型 号	额定电压(千伏)	最大工作电压(千伏)	额定电流(安)	额定开断电流及 额定断流容量						极限通过电流		10秒 热稳定 电流 (仟安)	固有分 闸时间 (秒)	合闸时间 (配CD2) (秒)	断路器 净重 (公斤)	三相 油重 (公斤)	相 当 于 苏联的型号			
				3 仟伏						6 仟伏								10 仟伏		峰值(仟安)
				3 仟伏		6 仟伏		10 仟伏												
				(仟安)	(兆伏安)	(仟安)	(兆伏安)	(仟安)	(兆伏安)	(仟安)	(兆伏安)									
SN1-10/600	10	11.5	600	20	100	20	200	11.6	200	52	30	0.1	0.23	150	5	BMΓ-133 I				
SN2-10/600 SN2-10/1000	10	11.5	600 1000	20	100	20	200	20	350 350	52	30	0.1	0.23	165 176	10 10	BMΓ-133 II、II				
SN1-10G/400 SN1-10G/600	10	11.5	400 600	20	100	20	200	11.6	200	52	30	0.1	0.23	150 155	5 5	BMΓ-133 I 改				
SN2-10G/400 SN2-10G/600 SN2-10G/1000	10	11.5	400 600 1000	20	100	20	200	20	350	52	30	0.1	0.23	170 175 180	9 9 9	BMΓ-133 II、II 改				
SN5-10/600	10	11.5	600	20	100	20	200	11.6	200	52	30	0.1	0.23	130	5	BMΓ-10 I				
SN6-10/600 SN6-10/1000	10	11.5	600 1000	20	100	20	200	20	350 350	52	30	0.1	0.23	140 160	10 10	BMΓ-10 II、II				
DN1-10/200 DN1-10/400 DN1-10/600	10	11.5	200 400 600	9.7	50	9.7	100	5.8	100	25	15 15 15	0.1	0.23	100 120 125	50	BMB-10				

注: S—少油式; D—多油式; N—户内式。

油断路器用来接通及开断电路中的额定电流，并能在不正常状态下切断短路电流。

SN 型断路器种类繁多，除结构上略有不同外，技术性能都差不多，可任选其一。这种断路器是贫油式的，故用在操作次数不频繁的变电所或配电站中。

DN 型系多油式油断路器，适用于操作频繁的场合。

表12 油断路器操作机构的型号

油 断 路 器 型 号	操 作 机 构 型 号
SN1-10, SN2-10 SN1-10G, SN2-10G SN6-10, SN6-10	CS2, CZ1G, CD2, CD2G, CJ3
DN1-10	CS1, CS2, CD2, CD2G

注 CS1(ΠPA-10), CS2(ΠPBA)型——手动操作机构;
CD2(ΠC-10), CD2G(ΠC-10M)型——电磁操作机构;
CZ1(YTH-51)型——重锤式操作机构。

油断路器操作机构种类较多，兹作一简要的介绍：

CS1 型手动操作机构过去配 DN 型油断路器，合闸时将手把顺时针方向旋转，这种机构已淘汰，目前 DN 油断路器都配 CS2 型机构。

CS2 型手动操作机构，应用得较多，适用于 SN 型及 DN 型油断路器。

CD2 型电磁操作机构，用直流电源分合闸，可远距离操作。

CZ1 型重锤式操作机构，借重锤的位能来完成合闸动作，重锤的储能分手动和电动二种。

CJ3 型电动机操作机构，由交流电动机直接合闸。

CDM 型电动机操作机构由交流电动机直接合闸。

CT3 型及 CT4 型弹簧操作机构是交、直流两用电动机操动弹簧储能式传动装置，利用弹簧释放的能量将断路器合闸。采用交流电源，可以免去直流电源，使用效果比较好，值得广泛采用。

CQ-120 型气动操作机构，以压缩空气为动力合闸，气压保证在 5 个大气压以上就行，一般使用喷漆的气泵即行。

综上所述，油断路器的操作机构，如采用手动的则 CS2 型较为合适；如要远距离操作，又有直流电源条件的则采用 CD2 较为合理，如想再进一步免去直流电源的麻烦，用一般 220 伏交流电源即能操作则宜采用 CT3、CT4

表13 油断路器操作机构的技术数据

1. CS2型手动操作机构脱扣元件			
名 称		数 据	机构重量(公斤)
瞬时过载脱扣器		5~15安	27
延时过载脱扣器		5~10安	
失压脱扣器		110~127伏或220伏或380伏	
直流切断电磁铁		24伏或48伏或110伏或220伏	
交流切断电磁铁		110~127伏或220伏或380伏	
切断电磁铁(与速饱和互感器合用)		3.5安	
2. CD2及CD2G型电磁操作机构			
型 号	线 圈 种 类	额定电压, 直流(伏)	电 流 (安)
CD2	合 闸	110	195
		220	97.5
CD2G		110	120
		220	60
CD2	分 闸	24/48	24/12
CD2G		110/220	5/2.5
3. CZ1型重锤式自动重合闸机构			
名 称		数 据	机构重量(公斤)
遙控控制线圈		直流24, 36, 48, 110, 220伏 交流110, 127, 220伏	带电动机120公斤, 不带电动机100公斤, 电动机之额定电压为 交直流110~220伏
继电器线圈		直流24, 36, 48, 110, 220伏 交流110, 127, 220伏	
过电流脱扣线圈		5~15安	
失压脱扣线圈		110~127, 220~380伏	
切断电磁铁线圈(与速饱和互感器合用)		3.5安	
固有分闸时间		0.1~0.15秒	
合闸时间		0.2~0.45秒	
机械自动重合闸的瞬时循环时间		0.35~0.6秒	

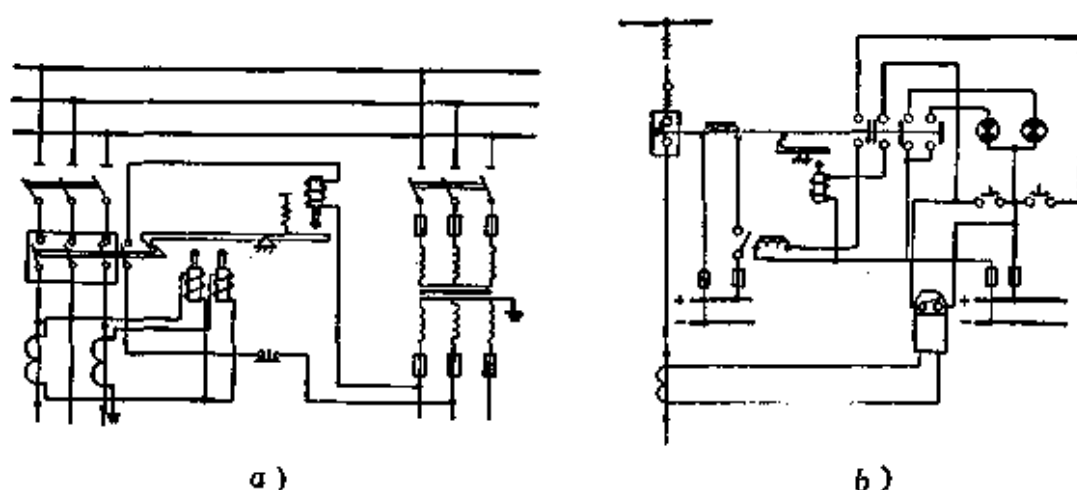


图2 操作机构原理图(本图系简化后的原理图, 实际施工图可参考有关说明书):

a—CS-113型手动操作机构原理图; b—CD2型电磁操作机构原理图。

弹簧操作机构。

以上每种机构都有其单独的线路图, 可查阅有关产品样本, 这里不再重复。

除油断路器外, 我国在高压磁吹式空气断路器方面也日有发展。新产品CN-10型空气断路器适合用于操作频繁的电弧炉等设备上, 这类断路器没有油, 管理比较方便。

表14-1 CS2 型手动操作机构选择方案

使用方案	过 载 脱 扣 器		失压脱扣器	切 断 电 磁 铁		重 量 (公斤)
	瞬时脱扣 电流5~15安	延时脱扣 电流5~10安		其动作电 源由单独 电源供给	其动作电 源由速饱和电 流互感器供给	
CS2-114	2	—	—	1	—	约30
CS2-113	2	—	1	—	—	约31
CS2-110	2	—	—	—	—	约30
CS2-111	3	—	—	—	—	约31
CS2-400	—	—	—	1	—	约24
CS2-300	—	—	1	—	—	约25
CS2-340	—	—	1	1	—	约29
CS2-500	—	—	—	—	1	约25
CS2-450	—	—	—	1	1	约28
CS2-100	1	—	—	—	—	约28
CS2-130	1	—	1	—	—	约30
CS2-550	—	—	—	—	2	约29
CS2-223	—	2	1	—	—	约33
CS2-200	—	1	—	—	—	约29
CS2-220	—	2	—	—	—	约31
CS2-222	—	3	—	—	—	约33
CS2-224	—	2	—	1	—	约31

表14-2 CZ1G型重锤式自动重合闸机构选择方案

型 号	遙 控 电 磁 鉄		继电器脱扣电磁鉄	T1-1 过流脱扣器	T1-3 失压脱扣器	T1-5 电磁鉄由 LQS-1供电
	合 閘	分 閘				
CZ1G-110	—	—	—	2	—	—
CZ1G-113	1	—	—	2	1	—
CZ1G-114	1	1	—	2	—	—
CZ1G-300	1	—	—	—	1	—
CZ1G-350	1	—	—	—	1	1
CZ1G-355	1	—	—	—	1	2
CZ1G-400	1	1	—	—	—	—
CZ1G-450	1	1	—	—	—	1
CZ1G-455	1	1	—	—	—	2
CZ1G-460	1	1	1	—	—	—
CZ1G-500	—	—	—	—	—	1

(二) 高压开关的调整与检修

1. 隔离开关的调整 (表15~18)

表15 隔离开关的检查与调整

檢 查 与 调 整 项 目	允 許 誤 差
檢查三相閘刀閉合的同时性	同时合閘誤差不大于3毫米
檢查閘刀不应有撞击現象	合閘时与支持瓷瓶的距离不大于3~5毫米
檢查机构的彈性变形和空行程	在全部合閘或分閘时空行程不大于5°, 軸承不应活动
檢查有无弯曲应力	与母綫的联結处不应有应力存在
檢查閘刀和机构的旋轉角	見表16
檢查最小拉出力	数据見表17
檢查表面接触情况	用0.05×10的塞尺塞进去不大于6毫米
檢查接触电阻	数据見表18