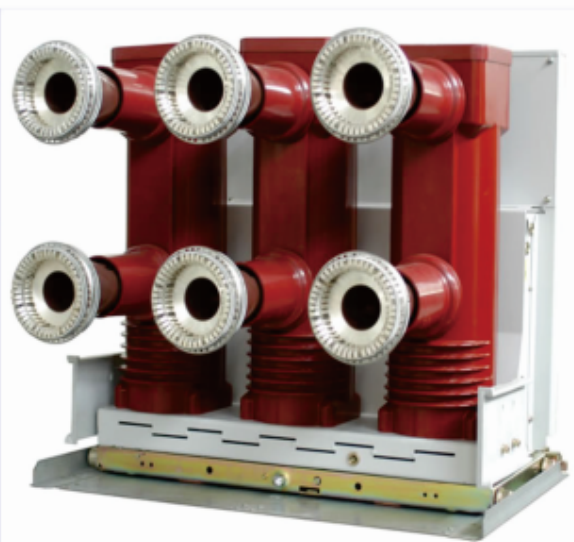


V D F型 特种真空断路器

V D F Special Vacuum Ccircuit Breaker



安徽大山电气有限公司

AnHui DaShan Electric Co.,Ltd.



公司简介

安徽大山电气有限公司位于合肥市经济开发区桃花工业园区内，是一家以工业电气以及雷电安全防护产品为主导，集研发，制造于一体的高新技术企业，公司拥有丰富的产品线，为电力、工业、通信、铁路、银行、太阳能、风电等众多行业提供可靠的电气产品及安全防护解决方案。

我公司锤炼出一支高素质，高水平的技术研发团队，拥有先进的设计和创新能力，精良的生产和检测设备，培育了优质的市场服务体系，受到业界和广大用户的好评。

公司主要经营：电气设备，节能环保产品，计算机软硬件，防雷产品的研发，生产，销售及服务；电力工程安装。公司一直坚持“客户至上，服务第一”原则，以诚信铸就“”品牌，以服务编织未来，服务全球客户。

我公司重视知识产权建设，走自主研发道路，拥有多项国家专利，公司严格按照ISO9001和ISO14001管理体系要求，严格公司绩效管理，不断提升产品质量和服务，热忱欢迎海内外客户的合作与交流。



目 录

1	概述	1
2	VDF型断路器的特点	1
3	环境条件	1
4	型号说明	2
5	VDF型断路器的主要技术参数	2
6	特种VDF型真空断路器	5
6.1	同步分、合闸型断路器	5
6.2	同步分闸型断路器	7
6.3	同步合闸型断路器	7
6.4	快速断路器	7
6.5	频繁使用的断路器	8
7	同步断路器的组成	9
8	同步断路器的应用	9
8.1	同步分闸型断路器	9
8.2	同步合闸型断路器	9
8.3	同步分、合闸型断路器	10
9	快速断路器的应用	12
10	FVDF移开式快熔开关组合保护装置	14



1 概述

VDF型型涡能致动真空断路器(下称VDF型断路器)是我公司开发的一种配涡能致动机构(或称涡流推斥机构)的相控智能、同步操作型、超快分、合闸型的真空断路器,可以用于以下一些场所:

- a) 需要投切7.2kV-40.5kV的电容器组、电抗线圈、空载变压器和空载长线的场所
- b) 需要有超长电寿命的场所
- c) 需要快速开断的场所
- d) 需要频繁操作的场所
- e) 需要分相操作的断路器或单相断路器的场所
- f) 需要消除母线弧光接地的场所
- g) 铁路、城市轨道交通用断路器的场所

2 VDF型断路器的特点

2.1 合、分闸时间短

VDF型断路器的合闸时间有 $\leq 20\text{ms}$ (10kV)、 $\leq 30\text{ms}$ (40.5 kV)和 $\leq 10\text{ms}$ (10kV)、 $\leq 20\text{ms}$ (40.5 kV)两种,是一般真空断路器(指配永磁机构或弹簧机构的真空断路器)合闸时间的5-10分之一;

VDF型断路器的分闸时间有 $\leq 4\text{ms}$ (10kV)、 $\leq 8\text{ms}$ (40.5 kV)和 $\leq 1\text{ms}$ (10kV)、 $\leq 2\text{ms}$ (40.5 kV)两种,是一般真空断路器(指配永磁机构或弹簧机构的真空断路器)分闸时间的10-40分之一。

2.2 合、分闸时间的统计误差小

VDF型断路器经过大量的合、分闸操作试验,统计合、分闸时间,其统计误差 $\leq \pm 0.5\text{ms}$,是一般真空断路器达不到的,VDF型断路器的合、分闸时间短和统计误差小,为实现同步操作断路器(也称相控断路器)提供了保证。

2.3 配涡能致动机构(或称涡能推斥机构)

涡能致动机构(或称涡能推斥机构)是我公司独家研制和生产的专利产品,结构简单、性能可靠、稳定、零部件少,其数量是弹簧机构的二十分之一,是实现免维护断路器的上佳选择。

VDF型断路器根据有两种型号的操动机构:特型碟簧组保持型和永磁保持型。

2.4 VDF型断路器根据用途和功能有如下几种类型的产品:

- a) 普通型断路器;
- b) 智能型断路器,有同步合闸型、同步分闸型、同步合、分闸型系列产品;
- c) 特殊型断路器、有三相三机构断路器、单相断路器、开关消弧柜专用断路器、快速断路器、铁路用断路器、户外断路器、柱上断路器等。

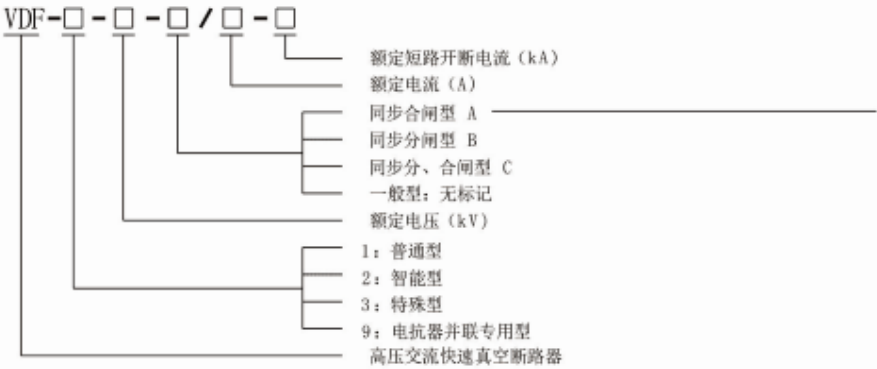
3 环境条件

- ◆ 周围空气温度
 - ◆ 最高: $\leq 40^{\circ}\text{C}$,且在24小时之内测得的平均值 $\leq 35^{\circ}\text{C}$
 - ◆ 最低: $\geq -15^{\circ}\text{C}$ (户内)、 $\geq -30^{\circ}\text{C}$ (户外)
- ◆ 周围空气湿度: 在24小时之内测得的相对湿度平均值 $\leq 95\%$,月相对湿度平均值 $\leq 90\%$
- ◆ 在24小时之内测得的水蒸汽压力平均值 $\leq 2.2\text{kPa}$

VDF型特种真空断路器说明书

- ◆ 月水蒸汽压力平均值 $\leq 1.8\text{kPa}$
- ◆ 周围空气没有明显受到尘埃、烟、腐蚀性或可燃性气体、蒸汽或盐雾的污染

4 型号说明



5 VDF型断路器主要技术参数

5.1 VDF□-12型真空断路器主要技术参数见表1

表1 VDF□-12型真空断路器主要技术参数表

序号	名称			单位	数 据	
1	额定电压			kV	12	
2	额定绝缘水平	1min工频耐受电压	相间、相对地		42	
			断口		48	
		雷电冲击耐受电压	相间、相对地		75	
			断口		85	
3	预期瞬态恢复电压的规定值（TRV峰值）				>22	
4	额定频率			Hz	50	
5	额定电流			A	630 1250 1600 2000 2500 3150 4000 5000	
6	额定单个和背对背电容器组开断电流				400 630	
7	额定电缆充电开断电流				25	
8	额定电容器组关合涌流				20	
9	额定短路开断电流			kA	25 31.5 40	50 63 80
10	额定短路关合电流				63 80 100	125 160 200
11	额定短时耐受电流				25 31.5 40	50 63 80
12	额定峰值耐受电流				63 80 100	125 160 200
13	额定失步开断电流		OP1		1.9 2.5 3	3.8 4.8 6
			OP2	6.3 7.9 10	12.5 15.8 20	
14	额定短路开断电流的开断次数			次	50	30
15	机械寿命				50000—100000	
16	操动机构额定操作电压			V	DC/AC220	
17	分闸时间			ms	≤3（≤1）	
18	合闸时间				≤18（≤10）	
19	合分时间				≤80	
20	动、静触头允许磨损累计厚度			mm	3	
21	额定操作顺序				0—180s—C0—180s—C0	

5.2 VDF□-24型、VDF□-40.5型断路器主要技术参数见表2

表2 VDF□-24型、VDF□-40.5型断路器主要技术参数表

序号	名称			单位	数 据	
1	额定电压			kV	24	40.5
2	额定绝缘水平	1min工频 耐受电压	相间、相对地		50	95
			断口		64	118
		雷电冲击 耐受电压	相间、相对地		95	185
			断口		125	215
3	预期瞬态恢复电压的规定值（TRV峰值）				>41	>74.5
4	额定频率			Hz	50	
5	额定电流			A	1250 1600 2000 2500 3150 4000	
6	额定单个和背对背电容器组开断电流				400 630	
7	额定电缆充电开断电流				25	
8	额定电容器组关合涌流				20	
9	额定短路开断电流			kA	25 31.5 40	
10	额定短路关合电流				63 80 100	
11	额定短时耐受电流				25 31.5 40	
12	额定峰值耐受电流				63 80 100	
13	额定失步开断电流	OP1			1.9 2.5 3	
		OP2			6.3 7.9 10	
14	额定短路开断电流的开断次数			次	20	
15	机械寿命				10000—30000	
16	操动机构额定操作电压			V	DC/AC220	
17	分闸时间			ms	≤5（≤2）	
18	合闸时间				≤20（≤20）	
19	合分时间				≤80	
20	动、静触头允许磨损累计厚度			mm	3	
21	额定操作顺序				0—180s—C0—180s—C0	

注：括号内为固封极柱结构的快速真空断路器参数

5.3 VDF型断路器操动机构的主要技术参数见表3

表3 VDF型断路器操动机构的主要技术参数表

序号	名称	单位	数 据
1	分、合闸额定操作电压	V	DC220
2	电容器组额定储能电压	V	DC/AC220
3	电容器组额定储能电压范围	V	(80%~110%) 额定储能电压
4	电容器组储能时间	S	≤12
5	储能平均电流	A	≤1

5.4 VDF□-12型断路器装配调整技术要求见表4

表4 VDF□-12型断路器装配调整技术要求表

序号	名称		单位	数 据		
1	触头开距		mm	11±1 (9±1)		
2	超行程			3±1		
3	相间中心距			630-1600 (A)	2500-6300 (A)	
				210±1.5	275±1.5	
4	分闸触头反弹幅值			≤2		
5	合闸触头反弹幅值			≤2		
6	三相触头分合闸同期性			≤2		
7	分 闸 时 间 (当操作电压为)	最高操作电压	ms	≤5 (≤1)		
		额定操作电压				
		最低操作电压				
8	合闸时间			≤20 (≤10)		
9	合分时间			≤80		
10	平均分闸速度		m/s	1.3±0.2		
11	平均合闸速度			0.8±0.2		
12	各相回路电阻	含触头、触臂	μ Ω	≤60		
		不含触头、触臂		≤40		

注：括号内为固封极柱结构的快速真空断路器参数

5.5 VDF□-24型、VDF□-40.5型断路器装配调整技术要求见表5

表5 VDF□-24型、VDF□-40.5型断路器装配调整技术要求表

序号	名称		单位	数 据
1	触头开距		mm	20 ± 2.5
2	超行程			3 ± 1.5
3	相间中心距			300 ± 1.5
4	分闸触头反弹幅值			≤ 2
5	合闸触头反弹幅值			≤ 2
6	三相触头分合闸同期性			≤ 2
7	分 闸 时 间 (当操作电压为)	最高操作电压	ms	$\leq 10 (\leq 2)$
		额定操作电压		
		最低操作电压		
8	合闸时间			$\leq 30 (\leq 20)$
9	合分时间			≤ 80
10	平均分闸速度		m/s	$1.3-1.8$
11	平均合闸速度			$0.8-1.5$
12	各相回路电阻	含触头、触臂	$\mu\Omega$	≤ 100
		不含触头、触臂		≤ 60

注：括号内为固封极柱结构的快速真空断路器参数



6 特种VDF型真空断路器

6.1 同步分、合闸型断路器

普通的断路器投入以及切换电力设备的瞬间，电网的电压和电流相角是随机的，此种情况下容易在系统中产生过电压或过电流等暂态冲击，断路器本身也会产生冲击，对电网中的其它装置造成危害，还可能引起电网中继电保护设备的误动，最终影响电网的稳定性。

因此，同步控制技术显得尤为重要，同步控制技术是指控制断路器使其在某个给定的参考电压和电流的相位角处实现分合闸，可大幅减少断路器投切电力设备时产生的涌流和过电压，继而增强电力装置的使用寿命和电网的稳定性。

同步控制技术的实现过程时：在断路器得到合、分闸指令后，由控制系统的软件依据涡轮致动机构的固有合、分闸时间计算在某个相角分、合闸所需要的延时时间，一定的延时后，控制系统精确地给涡轮致动机构发出指令，使断路器在电网电压或电流过零时或在指定的相角点上实现分、合闸操作，可以大大降低涌流和过电压。

下图1、图2为我公司研制的VDF2-12-C/3150-40型与VDF2-40.5-C/2500-31.5型同步操作的真空断路器，产品在国家高压电器质量检测中心开断试验的部分示波图。

VDF2-12-C/3150-40单分40kA见示波图号：N051413 示波图

VDF2-12-C/3150-40合、分40kA见示波图号：N051414示波图

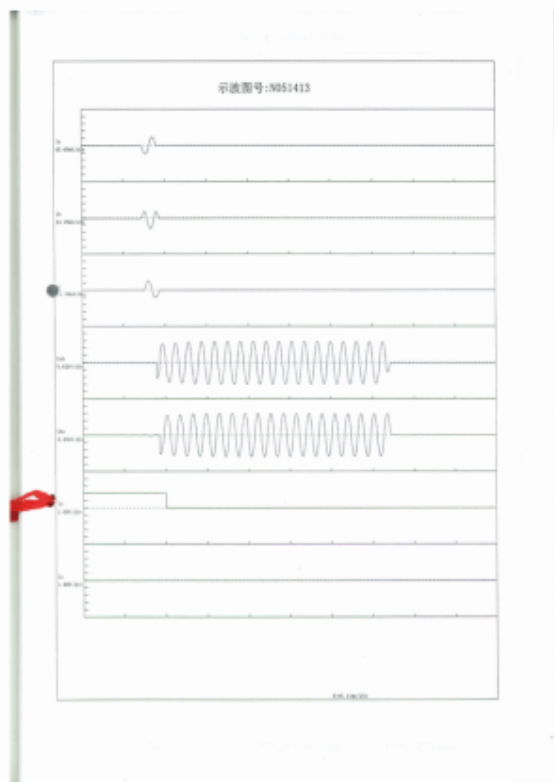


图1：产品试验典型示波图N051413

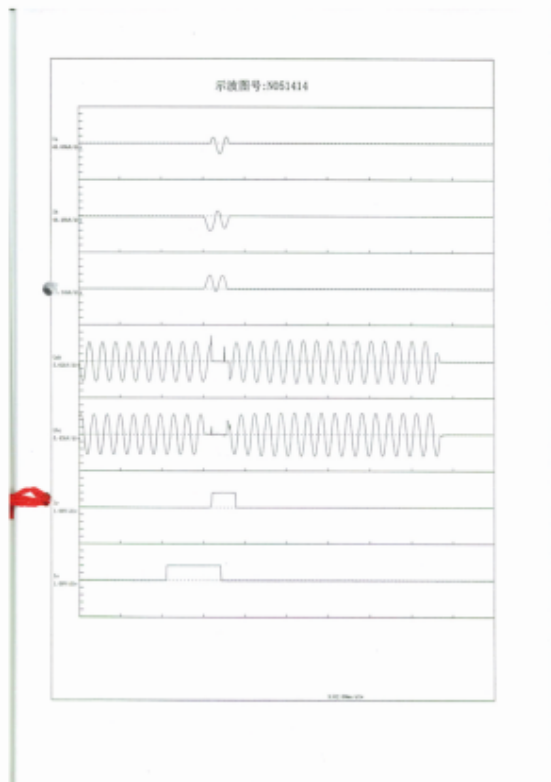


图2：产品试验典型示波图N051415

因此, VDF型真空断路器可以广泛地用于电容器组、电抗线圈、空载变压器、空载长线的投切, 不会产生过高的涌流和过电压等暂态冲击, 尤其适合于在SVC中投切电容器组、电抗线圈, 可以省掉合闸电阻、合闸电感或避雷器等辅助设备, 提高系统的稳定性和降低系统成本。

VDF型断路器分、合闸时间的统计误差 $\leq \pm 0.5\text{ms}$, 不需要采取自适应之类的措施来提高断路器分、合闸相位的准确度, 因此控制更加简单, 同时, 对于10kV-40.5kV的真空灭弧室, 其绝缘也是相当稳定的, 在10kV-40.5kV系统中预击穿影响可以忽略, VDF型断路器的额定电压不超过40.5kV, 因此同步操作的实现也就更加简明可靠一些。

VDF型真空断路器的结构采用全绝缘结构, 极柱全部采用整体浇注的固封结构, 实物见图3, 图4所示, 并有抽出式和固定式两种形式, 由断路器、断路器控制器、智能电子控制器等三大部分组成。

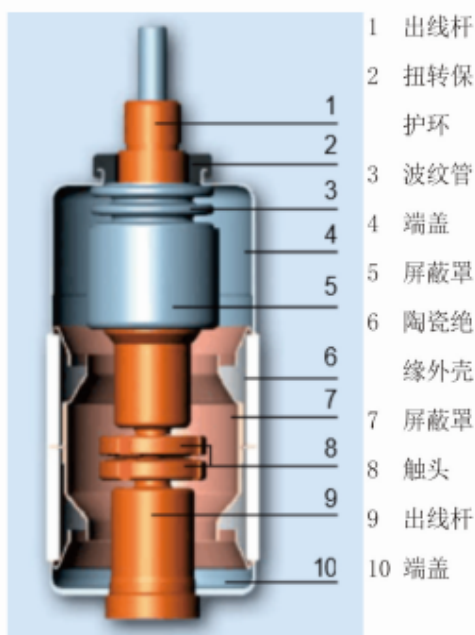


图3: 真空灭弧室实物图

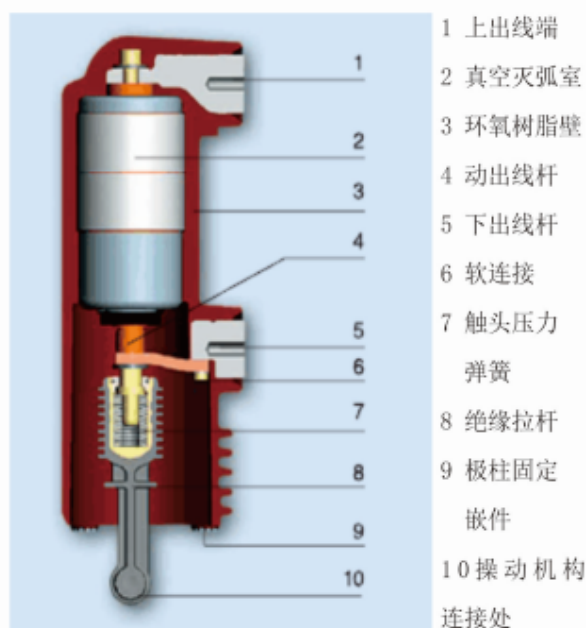


图4: 整体浇注固封极柱实物图

VDF型真空断路器的同步操作原理是控制分、合闸时电压或电流的初相角, 在电网电压或电流过零点或在指定的相角点上实现分、合闸操作。

同步关合时序原理图见图5, 以电压零点处关合为例, 当在图中 T_1 时刻给断路器合闸指令, 断路器控制系统通过式 (1-1) 计算得到关合所需的延时时间:

$$T_{d1} = T - T_1 - T_{ca1} - T_{c1s} \bmod(1/2f) \quad (1-1)$$

式中, T_1 为接到合闸指令后与前一个电压零点的时间差; T_{c1s} 为合闸线圈得电到全行程完毕的时间, T_{ca1} 为程序计算时间; T 为电网信号周期; f 为电网频率; $\bmod$ 为求余运算。然后开始延时计算的时间, 时间一到, 线圈通电, 断路器动作开始, 再经过一定的合闸时间后

在电网参考过零点处实现合闸。

同步合闸因负荷性质的不同而采用不同的方法，这些方法均在智能电子控制器中可以实现。

同步分闸时序原理图见图6,以电网电流过零开断为例，在断路器分闸时利用同步控制技术控制分闸时的相角，就能够获取较长的燃弧持续时间，这使得电网电流过零时刻绝缘介质恢复强度和触头间隙足够大，能够承受电网的恢复电压，从而避免重击穿和重燃，同时也减小了因燃弧时对断路器触头的烧蚀。

当在 T_2 时刻，给断路器分闸指令后，断路器的控制系统通过式（1-2）计算出开断需延时时间：

$$T_{d2} = T - T_2 - T_{ca1} - (T_0 + T_{cls}) \bmod (1/2f) \quad (1-2)$$

式中： T_2 为断路器得到分闸指令时与前一个电网电流参考零点的时间间隔； T_0 为断路器线圈通电到分闸行程走完的时间； T_{arc} 为燃弧时间。然后开始延时计算时间，时间一到，给断路器线圈通电开始动作，经过一定的分闸动作时间后在电流过零点处实现分断。

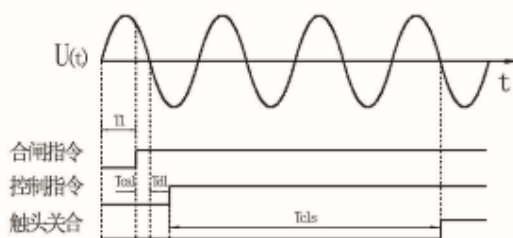


图5：同合闸时序原理图

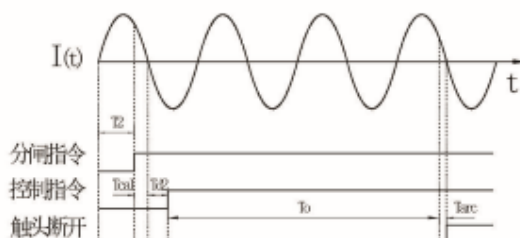


图6：同步分闸时序原理图

6.2 同步分闸型断路器

我公司研发的同步分闸型高电寿命的VDF真空断路器，其电寿命可以做到普通型真空断路器的10倍以上，是一种控制燃弧时间的断路器，它在电流过零前的 $\geq 30^\circ$ 电角度处打开断路器主触头，到电流过零时，保证触头开距大于3mm(如VDF2-12-B/3150-40型真空断路器)或6mm(如VDF2-40.5-B/2500-31.5型真空断路器)这样主触头的动、静触头之间就建立起了一定的绝缘强度，可以确保电弧熄灭后不再重燃VDF型真空断路器在开断电流时的实际开断电流小于预期电流的40%，根据开断容量来计算，我们可以从理论计算得出它的电寿命是普通型真空断路器的16倍，可广泛地用于电力、机械、冶金、铁路、石油、化工、煤炭等行业，可以开断故障电流和负荷电流。

6.3 同步合闸型断路器

VDF型同步合闸型真空断路器主要用作同步合闸用，广泛地用于电力、机械、冶金、铁路、石油、化工、煤炭等行业，用来关合电容器组、电抗线圈、空载变压器、空载长线等，用来消除合闸涌流和操作过电压。

6.4 快速断路器

科研人员曾对某电子零件厂调查的暂态电压持续时间、下降比率和生产设备的损坏程度，制成了图7，从图7发现暂态电压持续时间超过20ms时，即使电压下降10%左右，生产设备就开始受到破坏(指设备停止运行)，暂态电压持续时间超过40ms以上时，且电压下降在30%以上时，其破坏程度将会更大，变得难于接受。

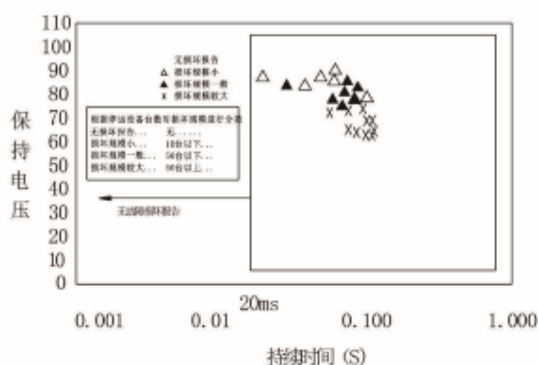


图7 暂态电压持续时间、保持电压和损坏情况

从图7发现暂态电压下降时采取的措施越早，破坏程度越小，如果在20ms左右内采取措施，生产设备几乎不会受到破坏，也即是对输配电设备采取措施，确保电压恢复时间在20ms以内的话，就可确保生产设备不会受到破坏。

基于以上研究我公司开发出的一种分闸时间 $\leq 1\text{ms}$ 、合闸时间 $\leq 10\text{ms}$ 、在20ms以内可开断故障电流的机械式快速断路器，即所谓的一周波断路器。利用这种快速断路器的快速性能，以提高供电可靠性而在输配电中使用，图8所示为快速断路器在厂用发电系统和商用供电系统使用的情况。当商用供电系统因雷击发生故障时，快速断路器可瞬时断开商用供电系统，保护连接在厂用发电系统上的重要负荷。

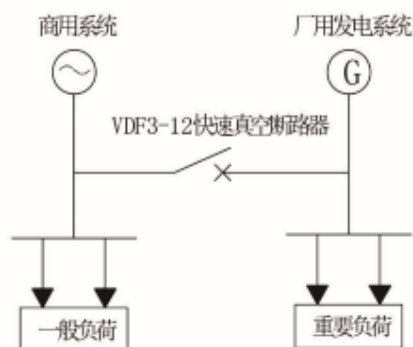


图8 快速断路器切换商用系统和厂用发电系统的事例

6.5 频繁使用的断路器

VDF型断路器由于机构简单、性能稳定、操控可靠，均可胜任频繁使用的场所，我公司有一台VDF1-12/630-31.5的普通型断路器在某冶金厂作投切电弧炉的开关用，平均每天分、合闸30多次，从2011年8月投运以来，目前已动作了20000多次，没发生故



障。

6.6 单相断路器、分相操作的断路器

单相断路器、分相操作的断路器是我公司独有的真空断路器。

单相断路器主要用在 FVDF 移开式快熔开关组合保护装置内。

分相操作的断路器主要用在 DSFXH(KYN28)-12(40.5) 型铠装移开式户内交流消弧、消谐金属封闭开关设备内。

7 同步断路器的组成

7.1 同步分闸型断路器

同步分闸型断路器由 VDF 型断路器、智能电子控制器、电流、电压传感器等三大部分组成，其电路见图 9

7.2 同步合闸型断路器

同步合闸型断路器由 VDF 型断路器、智能电子控制器、电压传感器等三大部分组成，其电路见图 10

7.3 同步分、合闸型断路器

同步分、合闸型断路器由 VDF 型断路器、智能电子控制器、电流传感器、电压传感器等四大部分组成，其电路见图 11

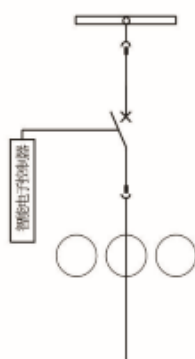


图9 同步分闸型断路器

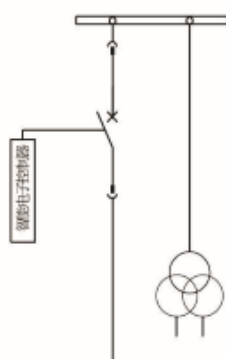


图10 同步合闸型断路器

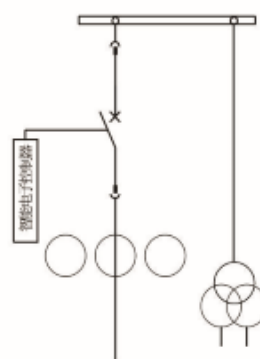


图11 同步分、合闸型断路器

8 同步断路器的应用

8.1 同步分闸型断路器

同步分闸型断路器的型号：VDF2-12B 型、VDF2-40.5B 型断路器主要应用于那些需要特长电寿命的场所，应用于开断电容器组、电抗线圈、空载长线时，可以减小电网的过电压，降低用电设备的击穿概率，延长了使用年限。其主要应用参考图 12- 图 18。

8.2 同步合闸型断路器

同步合闸型断路器的型号：VDF2-12A 型、VDF2-40.5A 型主要应用于关合电容器组、电抗线圈、空载变压器、空载长线时，可以节约合闸电阻，可以减小合闸涌流和电网的过电压，降低用电设备的击穿概率，延长了使用年限。其主要应用参考图 19 - 图

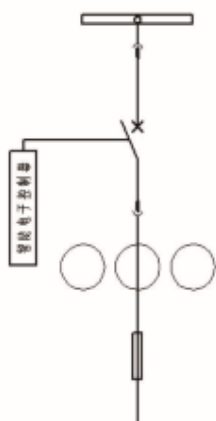
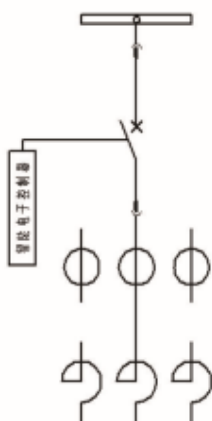
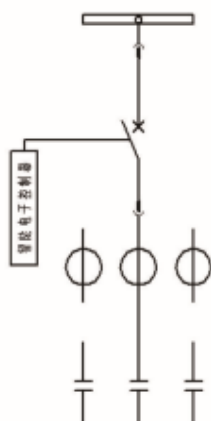
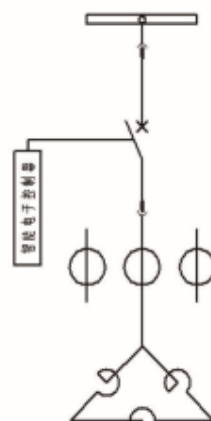
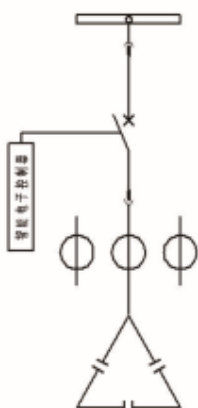
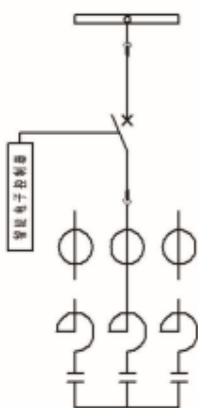
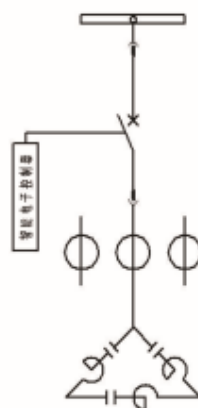


图12 调长电源车的用户

图13 电抗器同步开断
星形接法图14 电容器同步开断
星形接法图15 电抗器同步开断
三角形接法图16 电容器同步开断
三角形接法图17 并联无源滤波器或电抗器
同步开断（星形接法）图18 并联无源滤波器或电抗器
同步开断（三角形接法）

8.3 同步分、合闸型断路器

同步分、合闸型断路器的型号：VDF2-12C型、VDF2-40.5C型主要应用于投切电容器组、电抗线圈、空载变压器、空载长线时，可以节约合闸电阻，降低了供电故障的概率，可以减小合闸涌流和电网的过电压，降低用电设备的击穿概率，通过降低相—相过电压，可建设降低费用的紧凑型输电线路，而不必装设昂贵的避雷器。其主要应用参考图20—图30

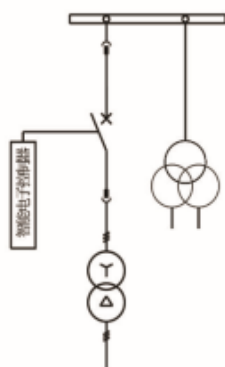


图9 空载好器 同步关合

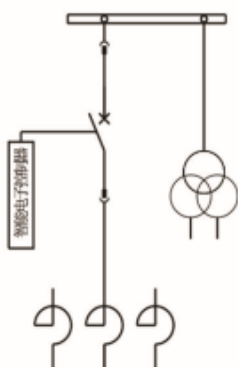


图10 电压同步关合 (特殊接法)

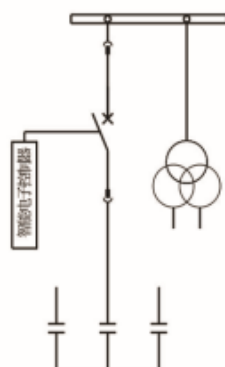


图11 电压同步关合 (特殊接法)

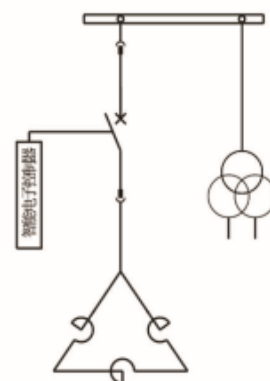


图12 电压同步关合 (三角形接法)

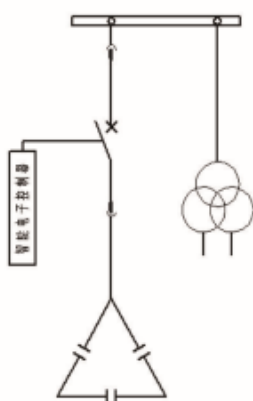


图23 电压同步关合 (三角形接法)

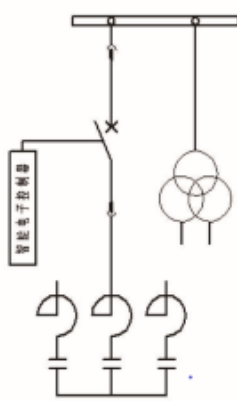


图24 并联无源触头同步关合 (星形接法)

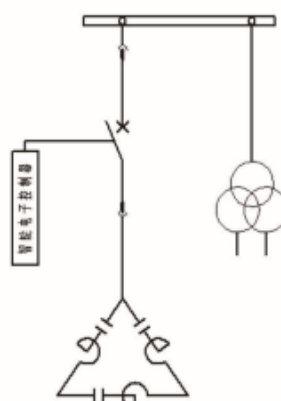


图25 并联无源触头同步关合 (三角形接法)

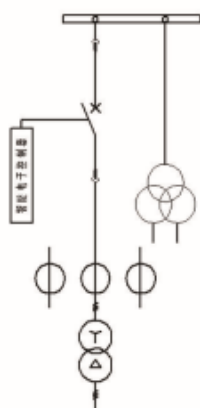


图26 空载电压同步关合

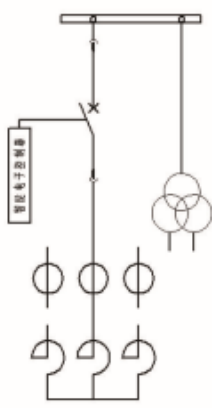


图27 电压同步关合 (星形接法)

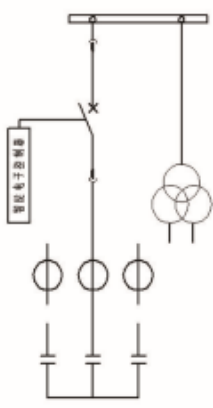


图28 电压同步关合 (星形接法)

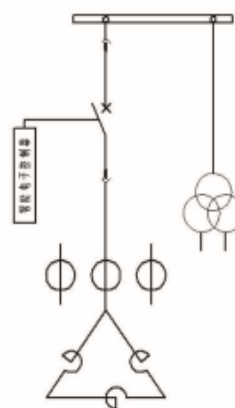


图29 电压同步关合 (三角形接法)

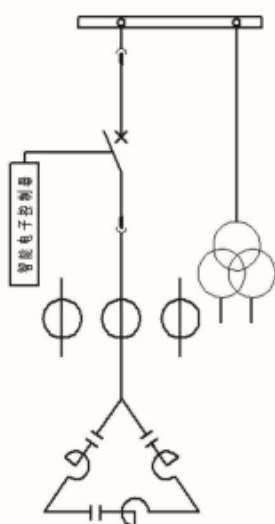


图10 电容器同步投、切（三角形接法）

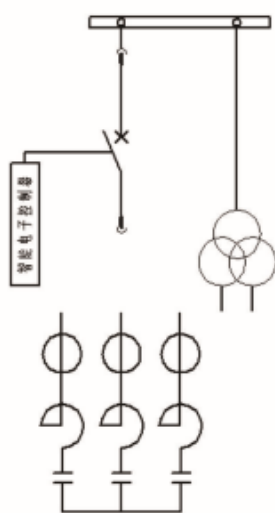


图11 并联无源滤波器同步投切（星形接法）

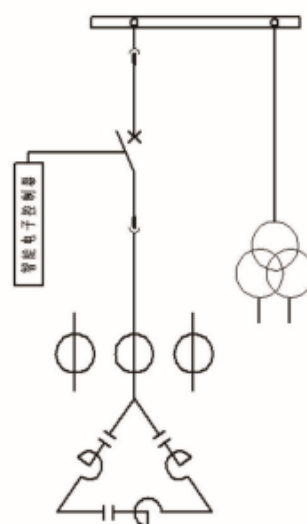


图12 并联无源滤波器同步投切（三角形接法）

9 快速断路器的应用

分闸时间 $\leq 1\text{ms}$ 、合闸时间 $\leq 10\text{ms}$ 、在一周波以内开断故障电流的机械式快速断路器是我公司最具特点的断路器，广泛地用于下面一些场所。

9.1 与电抗器并联使用，可以有效地限制故障电流

正常运行时快速VDF型断路器与电抗器并联运行，可以避免电抗器的电能损耗，当发生短路事故时，快速VDF型断路器在1周波内迅速断开，事故电流被电抗器限制在一个允许的范围内，便于负荷断路器可靠开断。其主要应用参考图33—图35。

9.2 在商用供电系统与厂用发电系统之间

采用快速VDF型断路器连接，当商用供电系统发生故障时，快速VDF型断路器在1周波内迅速断开，可以保护重要用户的可靠供电，保证重要用户的供电质量。其主要应用参考图36。

9.3 供电系统扩建后

扩建后的系统与原供电系统之间，采用快速VDF型断路器连接，原供电系统的开关设备不需因增容而更换，可以节约投资。其主要应用参考图37。

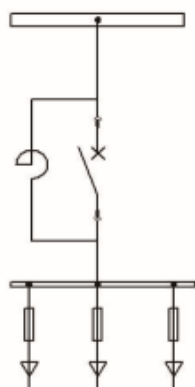


图33 输电线路保护

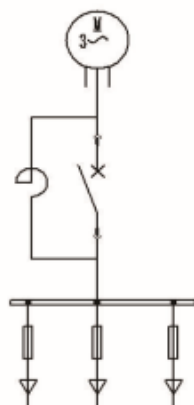


图34 发电机出口保护

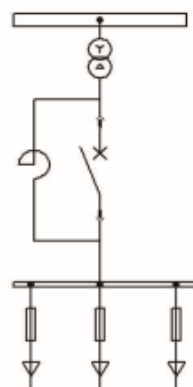


图35 变压器出口保护

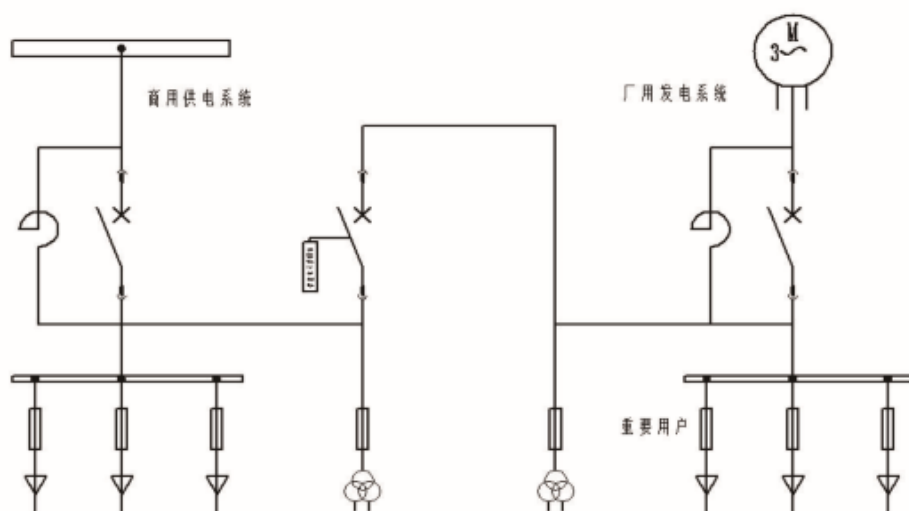


图36 快速断开商用系统保护重要用户示例

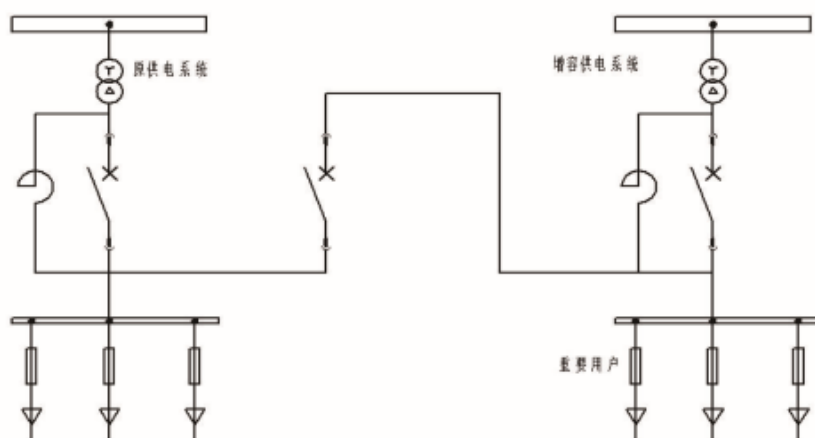


图37 系统扩容连接示例

10 FVDF移开式快熔开关组合保护装置

FVDF移开式快熔开关组合保护装置由VDF型断路器、限流熔断器、氧化锌非线性电阻等组成，其电路见图38。

FVDF移开式快熔开关组合保护装置主要用于用于水电厂厂用变压器分支，励磁变压器分支，单相封闭母线厂用（励磁）变压器分支，其主要应用参考图39—图41。

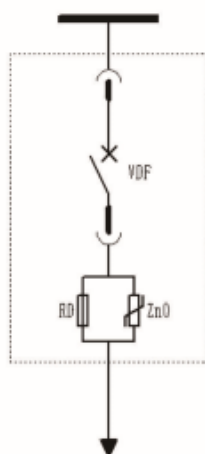


图38 FVDF装置电路图

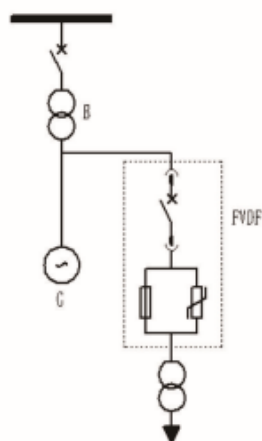


图39 FVDF装置厂用变保护示例图

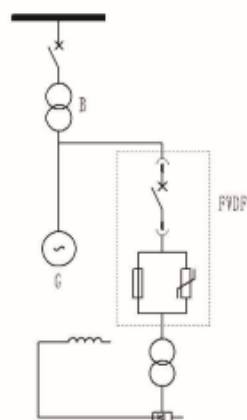


图40 FVDF励磁变保护示例图

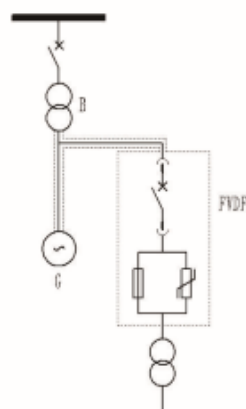


图41 FVDF封闭母线保护示例图



R

安徽大山电气有限公司

AnHui DaShan Electric Co.,Ltd.

地址：合肥市经开区桃花工业园工投立恒工业广场C-6栋

电话：0551-62527135 咨询热线：0551-62527136

传真：0551-62527123

网址：www.dsdqchina.com

E-mail：dsdq001@126.com



ISO9001:2008