

7473

高压断路器

Г. В 布特凱維奇教授編



上海华通开关厂技术报导組譯

1959年7月



高 压 断 路 器

第 一 册

电压69—330千伏箱式断路器

Г·В·布特凯维奇教授编

国 家 动 力 出 版 社

1958

出版者的話

本厂翻譯和出版此書，由于各方面的水平限制，缺点甚多。請讀者在讀完這書后，儘量指出本書在翻譯和校對上的錯誤和缺点，以幫助我們改進工作。

上海華通開關厂設計技術報導組

出版者：上海華通開關厂
設計技術報導組

印刷者：上海市印刷五厂

印 數：550 冊

定 价：2.70 元

1959年7月初版

本論文集所收集的譯文,曾
發表在美國1953—1956年
的定期性文獻上。譯文介紹
電壓69—330仟伏箱式大容
量斷路器的試制及其試驗
結果。

序 言

近年来，在設計箱式油断路器方面，作出了很显著的成就，因此有可能大大縮小电器的外形尺寸，减少用油量，和提高断路器的开断容量及快速动作。

这些成就之成为可能，是由于在改善断路器的灭弧室及使油箱、套管和操作机构的形状合理化方面进行了一系列的研究工作。

本論文集在略加刪节后所收集的譯文，介紹电压 69—330 仟伏箱式断路器的結構及試驗結果。这些譯文曾发表在美国 1953—1956 年間的定期性文献上。

文中有关箱式断路器的結構及在網絡和試驗室內試驗結果的評价等問題的討論，也具有无可怀疑的价值。参加討論的不仅有各厂的專家，也有各大动力公司的代表。所以我們認為，进行这些討論，虽然比較簡扼，但是适当和有益的。

此种有关高压断路器制造問題的論文集，編者拟在今后根据出現在国外刊物上值得重視的材料有系統地加以出版。

編 者

目 录

一、序言	
二、电压 330 仟伏断开容量 25000 兆伏安断路器的新结构	利茲与依茲里 1
三、椭圆形油筒式高压多断点油断路器中电压的分布	貝凱尔与弗利特列赫 16
四、161 仟伏 15000 兆伏安有多断点灭弧室的新型断路器	依茲里与雷西 26
五、230 仟伏 10000 兆伏安冲击式箱式断路器——新系列高压大容量断路器的第二阶段	巴林亭与馬林 36
六、电压 330 仟伏断开容量 15000 兆伏安的冲击式油断路器	巴林亭与李茲 47
七、七年来設計戶外式大容量油断路器的經驗	巴林亭与达罗 61
八、69 仟伏大断开容量新型油断路器	菲利浦斯与达罗 70
九、关于断开 230 仟伏空载输电綫路的断路器之設計問題及其網路試驗	約姆福萊与馬尔斯金 78
十、138 仟伏箱式快速油断路器在菲利浦——斯波倫电站的網路試驗	耐夫与海姆勃利克 90
十一、关于戶外式油断路器在低温下工作的意見	利 茲 113

电压330千伏断开容量 25000兆伏安断路器的新结构¹

利兹与依兹里

电压230千伏断开容量10000兆伏安的断路器是在五年前试制的〔文献1和2〕。从这时开始,这样大容量的断路器就投入了生产,并按装在电压138、161及230千伏的电网运行,〔文献3—5〕。后来又试制了电压161、230及330千伏断开容量15000兆伏安的断路器。这一容量已达到极限。但是在现代的330千伏系统的容量不断增大的情况下,特别是俄亥俄州Portmuth城附近的原子能委员会所属之电力企业的大量集中,要求供给电压330千伏额定电流2000安及空前未有的开断容量为25000兆伏安的断路器。本文提出了解决此一问题的方法,在试制此种大容量断路器时,采用了最新结构的灭弧室。其断开能力经断流容量试验室试验证实。

断路器的要求

试制的330千伏大容量断路器能够满足下面的技术要求:

额定电压330千伏(最大工作电压350千伏)。

冲击绝缘水平1175千伏(套管为1300千伏)。

1分钟试验电压555千伏。

温升30°C时额定电流为1600安,温升45°C时为2000安。

当电压330千伏时开断电流为44000安。

当电压降低时极限开断电流为46000安。

最大短路通过电流为69000安。*

四秒热稳定电流46000安。

当电流额定值时开断时间(到电弧熄灭时止)为0.05秒。

瞬时自动重合闸(АПВ)周期0.25秒。

由于近代高压油断路器的特点是内部(操作)过电压相当小,几乎只有相电压的二倍,因此有可能降低设备的绝缘水准,使输电线路的费用得到了相应的节省。根据计算出的设备的模型〔文献6〕,可以看出,对于330千伏的断路器,冲击绝缘水平1175千伏是足够的。而对同电压等级的断路器套管,则具有足够的绝缘安全系数,其冲击放电电压超过1300千伏。断路器必须承受工频(60周)电压550千伏1分钟的耐压试验。此电压与具有1300千伏冲击绝缘水平的套管的10秒湿放电电压相符。

此断路器与一般超高压小额定值的断路器不同,可以满足额定电流2000安的需要,可用在输送容量为1000兆瓦的输电线路中。在试制断路器时,特别注意触头系统中另件的结构,以便得到良好的散热性。为了得到大的开断速度和与它相适应的不大于0.05秒的开断

¹ W. M. Leeds, G. J. Easley, A New Milestone in Circuit Breaker Interrupting Capacity—25,000,000 kVa at 330 kV, AIEE Transactions, r. 73, v. III A, 1954, стр.304—313.

* 按照美国标准,短路通过电流是由最大半波电流有效值确定的。(编者注)

時間，触頭重量也要限制在一定的範圍內。

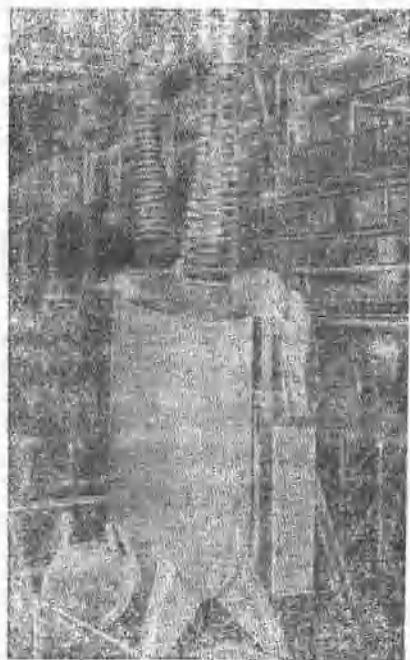


图1. 330 仟伏 25000 兆伏安断路器的一相。橢圓形油箱含油 13250 公升。

弱了。三相油的容積約為 39750 公升，僅為在 1936 年制成，現在“古維爾·坦恩 Гувёр Дам”電站中運行的 287.5 仟伏断路器油容積的 40%，並且斷開容量比 330 仟伏断路器小 10 倍。

圖 3 表示一相的傳動機構。此為一種彎曲杠杆整直機構，保證觸頭橫梁作直線運動和開斷彈簧的壓力，使開斷時間不超過 0.05 秒，並有可能利用滾柱軸承來減少摩擦，以減少固有開斷時間。在每相中裝有一個油緩衝器，以消除分開時的衝擊力。緩衝器有單獨的貯存器，在充油和不充油時均能發生作用。相間拉杆有左螺紋和右螺紋，以調節相間距離和防止螺釘自動松脫。在相間拉杆通到各相機構中去的地方有密封填料。

電容式套管全部充油（套管見圖 4），能承受開斷 25000 兆伏安時的衝擊力。它有足够的絕緣能力及導電截面以保證電流的通過。在每個套管中有測量電壓的抽頭裝置，其輸出功率為 100 瓦特。套管經受了断路器所要求的各方面的試驗。經過多次的表面衝擊放電及工頻耐壓試驗，而未發生絕緣擊穿的現象。在電壓超過額定電壓的 10 % 時，它的無線電干

圖 1 表示裝有操作機構的 330 仟伏断路器的一相。断路器可以採用現有結構的氣動操作機構（氣缸直徑 254 公厘）分別裝在每一相上。為了提高工作的可靠性，也可以將三相機械地連在一起。同時又試制出了氣缸直徑為 356 公厘的特殊大容量氣動操作機構。圖 2 表示裝配完畢的帶有機構箱外殼、貯氣筒和空氣壓縮機的操作機構。它供断路器三相同時操作，前已有所敘述〔文獻 7〕。試驗證明，這種帶有操作機構的断路器的快速自動重合閘（АПВ）周期很小，即比技術條件所規定的 0.25 秒還小。

330 仟伏断路器的油箱是最新的結構（橢圓形），此種結構曾於 1949 年第一次使用在電壓為 330 仟伏，斷開容量為 7500 兆伏安的断路器上。油箱是橢圓形圓柱體有半球形箱底。此種型式的油箱減少了油的容積和加強了在開斷大短路電流時油箱內部動負荷的機械強度。由於電弧燃燒的時間很短，油箱壁上產生的撓度不會發生永久變形。它部分地吸收了開斷大負荷時產生的衝擊波。除此以外，還消除了向下方向的壓力，及作用在半球形箱底表面上的衝擊波。因此傳到地基上的力大大削

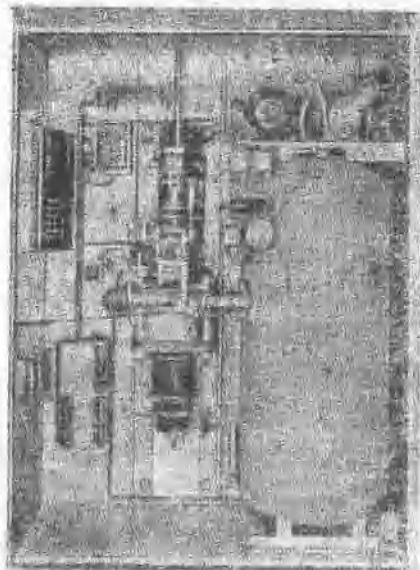


圖 2. 帶有直徑為 356 公厘汽缸的大容量氣動操作機構，適用於三相同時操作的 330 仟伏断路器，允許快速自動重合閘（АПВ）周期小於 0.25 秒。

扰比試驗室中一般的无綫电干扰小，即 55 微伏。对比来看，其允許的无綫电干扰等于 2500 微伏。330 仟伏套管尺寸較大，但可以象小尺寸的套管一样地安装，也就是可以利用套管上部的輔助支座，将套管吊到法兰上去，在套管放入油箱时必须傾斜一定的角度。

每个套管有三个电流互感器，二个作继电保护用，一个用于測量綫路。每个互感器用 Фостерит 热塑性合成塑料制成，具有很高强度和耐潮性，并分裝在铝質的外壳內。这种結構保証充分的冷却，能很好的防潮，并能防止在运输、安装和运行时的振动和冲击。二次回路的出綫端通过密封的通道引出。在每一油箱的上部，裝有連接二次回路导綫的接綫板。这样可以防止油箱中的油以虹吸原理沿着导綫进入密封外壳內的接綫座中。另外还裝有不同变压比的轉換接綫头。

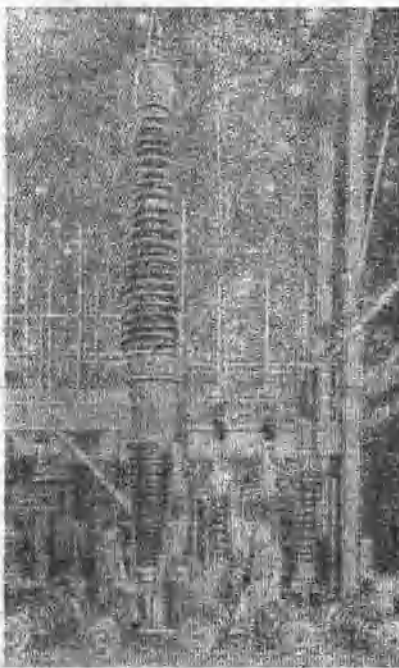


图4. 冲击絕緣水平为 1300 仟伏的充油式电容套管。

管的上部，如图 5 所示。

3. 在油箱的内部有平台，以便在装配和修理时，工作人員观察和調整灭弧器(图 6)。

4. 有按裝灭弧室用的起重絞車(图 6)。

电流互感器在工厂中按裝。起重絞車可用來拆卸和补充互感器而不必拆除电容套管。在图 6 中可以看出此种工作进行的情况。

由于断路器体积和重量較大，为便于断路器的按裝和运行，其上裝有特殊的裝置如：

1. 在断路器近油箱上部的地方裝有带栏杆的脚手架，如图 5 所示。
2. 有梯子和按裝架通到电容套

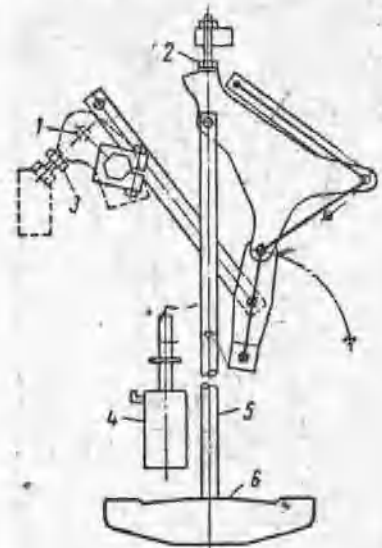


图3. 断路器单相的操作机构

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 操作机构拉杆; | 2. 提升杆行程止釘; |
| 3. 操作杆止釘; | 4. 緩冲器; |
| 5. 絕緣提升杆; | 6. 带有动触头的橫梁。 |

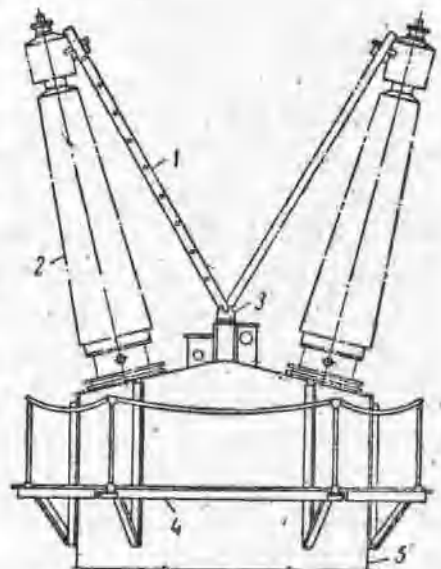


图5. 檢修 330 仟伏断路器用的脚手架和梯子。

- | | | |
|----------|-------|-------|
| 1—梯子; | 2—套管; | 3—接头; |
| 4—活动脚手架; | 5—油箱; | |

灭弧装置

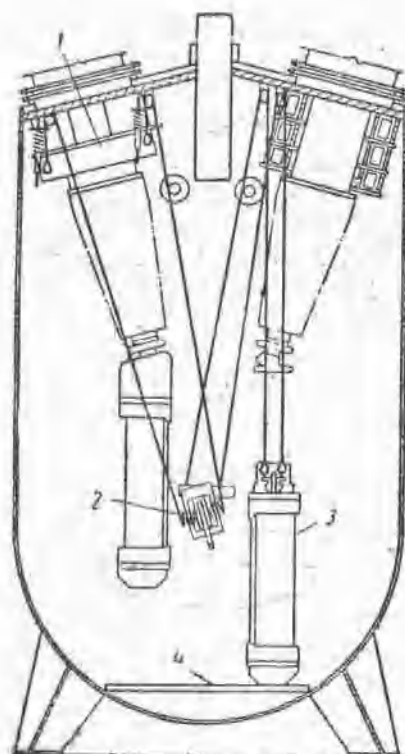


图6. 按装在油箱内部用来安装和拆换触头系统或电流互感器的手力起重装置。

- 1—电流互感器； 2—起重钩
3—灭弧装置； 4—平台

片排列压成的灭弧板。它形成了使油引向到每个断点的电弧区去的通道和出口的通道。在开断大电流时大量的油吹向电弧，产生自振荡和游离的作用。任何一天弧装置拆下时，如图9所示，在开断和闭合位置时，触头部分均可看见。如果以后进行拆换或修理，如图10所示，只须拆掉几只螺钉，拿出翻砂基座和上面的动触头及静触头系统即可。在任何情况下均不能破坏筒的调整和油泵部分。

灭弧装置中触头行程调整最主要的方法是相应地调整横梁上的动触头，指形触头在长期通过大电流负载部分的表面上须镀银，在灭弧部分焊有银铜陶冶合金片，以保证长期通过2000安培电流的能力。油经过通道进入灭弧装置下部，然后再经过通道由灭弧室装置上部流出。这种对流的作用改善了油的散热情况。灭弧室与炭阻(陶制的)并联，这在避雷器及断路器上已经顺利地采用很多年了，效果非常好。在功率因数等于1，触头横梁向下运动到断路器完全开断的位置时，通过电阻中的不大的电流很容易被灭弧室下部的断点所开断。

任何大容量的断路器，其基本部分是灭弧装置。它能在最小的时间间隔内以最小的磨损，将触头断开时产生的电弧熄灭。经研究多断点灭弧原理，额定电压为330千伏的断路器，在一相内具有二个断点就能很好的灭弧。但由于试验室容量的限制，不能进行断开容量为10000兆伏安断路器的断流容量试验，因此只能采用不太准确的外推法，或者在少于半个极上进行断路器的分段试验。

图7表示已装配完毕的灭弧装置的外形。此种灭弧装置具有现代最新型的结构。四个同时动作而互不连系的断点按装在一个普通绝缘筒内。在灭弧装置的上部装有弹簧油压活塞，如图8所示。在开断时产生油流，保证输电线路充电电流的开断而不致于发生电弧重燃。除此以外，在每次断开短路电流后，活塞很快地将蒸气及油的其它分介物排出，并在灭弧装置内充以新鲜的油，以保证在几分之一秒时间内作好第二次合闸的准备。

灭弧装置的特色是用反白



图7. 装在330千伏断路器的一个套管上的带有4个断点的灭弧装置。

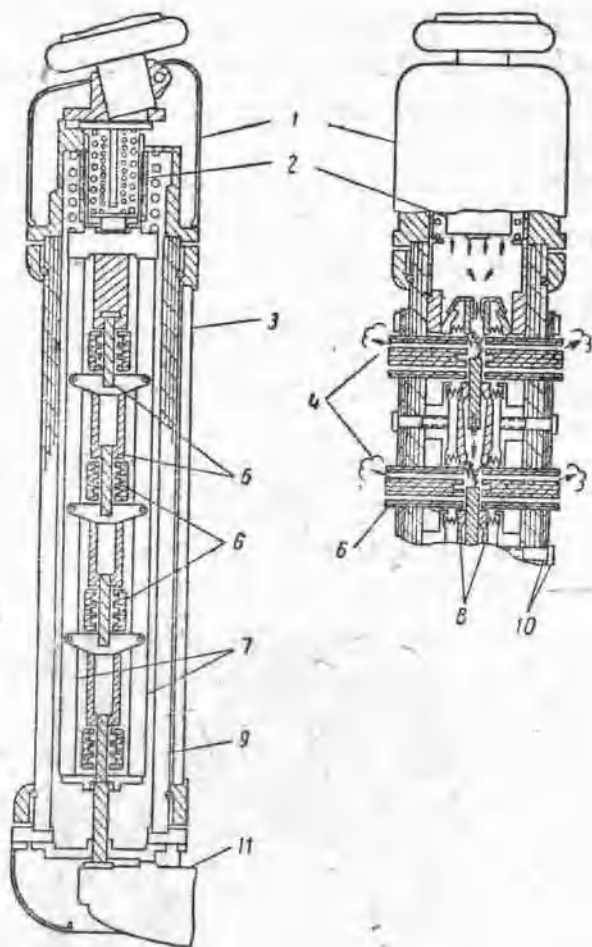


图8. 带有4个断点的灭弧室剖面图。

- | | | |
|--------------|---------------|---------|
| 1. 屏蔽板; | 2. 液压活塞; | 3. 电阻; |
| 4. 排出的气体; | 5. 触头; | 6. 灭弧栅; |
| 7. 动触头绝缘拉杆; | 8. 指形触头; | 9. 绝缘筒; |
| 10. 固定平板和螺钉; | 11. 带有动触头的横梁。 | |



图9. 从反白板中取下灭弧栅进行触头的观察而不破坏灭弧装置调整。

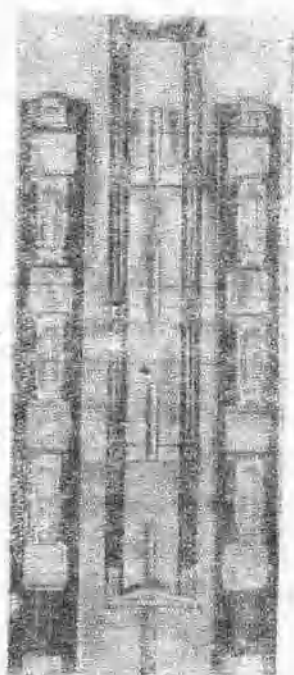


图10. 从灭弧室中取出的静触头和动触头。

25000 兆伏安額定断开容量試驗

在电压 330 仟伏下三相断开容量 25000 兆伏安的試驗，很明显的不能在任何大容量試驗室中进行。但可用試驗单个元件的方法，即在单个断点上进行与全部断开容量的相应的分断断开容量試驗。这就是說，在此断点上加全部电压中相应的部分电压。这是試驗断路器断开容量一种很有效的方法。

由于在断点上电压的分布很均匀，而且具有相同的电弧燃燒時間，故在一个断点上的电压为 22 仟伏，而在四个断点上的电压为 88 仟伏，如图 11 所示。在此图上表示出在三相开断时电流几乎相等，但在不同瞬間的情况下，触头分开时间与短路电流曲线关系的示波图。在一个和四个断点时，电弧燃燒的时间几乎相等。

断路器的分断試驗不能表示出在一个灭弧室或一相油箱中二个灭弧室中的全部动負荷。在近代快速断路器中电弧的燃燒時間是很小的，尤其是恢复电压增長的速度相等时，电压下降的影响是很难觉察到的。因此，如上所述，在灭弧装置的一个断点上进行分段的断开容量試驗是在一相断路器中四个元件中的一个灭弧室上进行。此时通以額定断开电流，但电压为額定电压的一部分。在这种情况下，实际上是具有全部电弧能量和相当于全部电弧能量所产生的冲击压力的效果。利用这种方法就同时試驗出了油箱、套管和灭弧室都具有足够的机械强度。

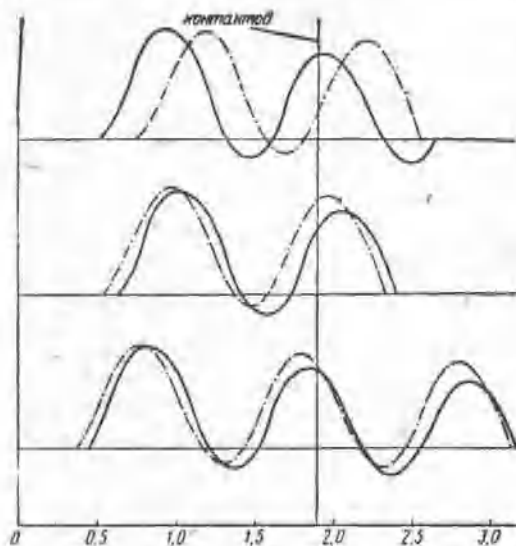


图11. 当四个断点上之电压为 88 仟伏及
单个断点上电压为 22 仟伏时燃弧
時間之比較。

——88 仟伏 (四断点); 22 仟伏 (一断点)

路上，每半个极上額定通过电压为 95 仟伏，当开断电流大于額定最大数值 49000 安时 (图 12)，試驗电压为 22 仟伏。这个試驗是为了檢查絕緣筒和灭弧室的强度。試驗結果見表 2。此时在額定通过电压为 25 仟伏左右的一个断点上加 66、44 及 22 仟伏的电压。这个試驗表

表 1 所列為在有四个断点的一相的半个极上的試驗結果。試驗时的电压为 154、132、88、44 及 42 仟伏，电流为在試驗室中可以得到的相当于所加电压的全部电流。330 仟

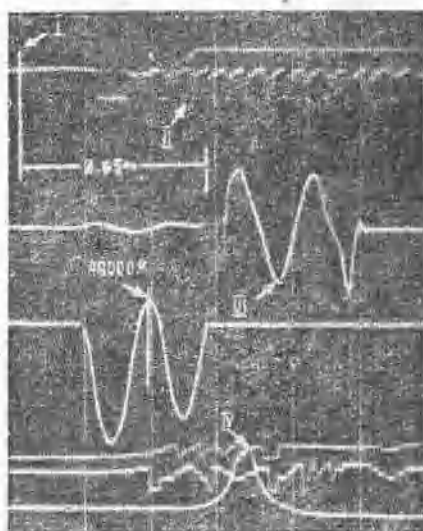


图12. 为檢驗灭弧室机械强度在四个断点上进行开断 49000 安电流时之示波图。

- I. — 分開綫圈的磁通;
- II. — 触头橋梁行程;
- III. — 試驗电压 22 仟伏;
- IV. — 油箱中的压力 5.6 个大气压。

明，断路器的断开能力在电压很高及电流为 44000 安或更大时，三相断开容量能很满意的达到 25000 兆伏安。很明显，在恢复电压数值很大的范围内，电流的燃弧时间大致相等。

在断流容量试验室中在半个极(四个断点)上单相试验的数据

表1.

额定电压 (千伏)	断开电流(有效值) (安)	断 开 时 间 (秒)	额定断开容量的百分比
1	2	3	4
154	1070	0.054	2
	2500	0.052	6
	4600	0.051	10
	6000	0.050	15
132	1070	0.048	2
	2100	0.05	5
	7100	0.048	17
	7100	0.051	17
88	13800	0.044	31
	13700	0.04	31
	15000	0.05	34
	15300	0.042	35
44	27400	0.042	62
	29500	0.042	67
	29500	0.04	67
	30600	0.046	70
22	42000	0.045	96
	46000	0.043	104
	46000	0.042	104
	49000	0.044	111

用这种方法试验还产生了一个问题，即当气泡由孔道逸出到达油面时的瞬间，在导电部分和油箱壁间的绝缘问题。图 13 表示这种绝缘试验的方法。利用带有对地 22 及 132 千伏变压器的试验回路，将 35000 安的大短路电流通过了灭弧室的四个断点，如图 14 所示。在导电回路和地面之间加以 132 千伏的电位差，而在几秒钟的时间间隔内未发现任何绝缘击穿现象。

在断流容量试验室中在八分之一个极(一个断点)上单相试验的数据

表2.

试验电压 (千伏)	断开电流(有效值) (安)	断 开 时 间 (秒)	额定断开容量的百分比
66	480	0.047	1
	2500	0.05	6
	15000	0.05	34
	20800	0.047	47
44	720	0.045	2
	2000	0.047	5
	10000	0.05	23
	22500	0.05	51
22	41000	0.047	93
	40000	0.047	91
	41600	0.042	95
	48000	0.046	109

触头系统很满意的承受了大于额定数值 6 % 的 73500 安短路电流的试验。除此以外还进行了 46000 安的 4 秒钟热稳定试验。

在这样大的超高压断路器中，触头的使用寿命是一很重要的运行特性。另外这样大容量的 330 千伏断路器还要求在二次开断全容量后必须进行触头的检查。然而在此触头系统上不

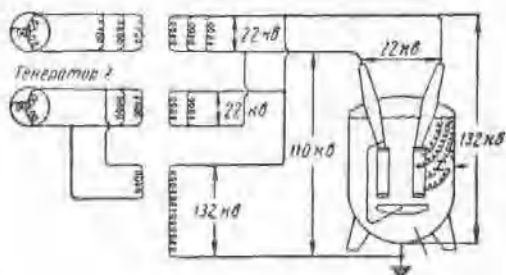


图13. 检验开断短路大电流时绝缘强度的相对于油箱中 X 点处电压升高的特殊试验线路。

仅承受了二次开断全容量的试验，还进行了一系列各种小于额定断开电流的试验。

试验后，灭弧室中通道孔的尺寸只有少许的增加，因此在此后的试验中，还可以继续使用而不必掉换。除此以外，每个灭弧室具有对称的结构，因此，在触头磨损后可以将上部未烧毁的部分翻过来，这样就可以使触头的使用寿命增加一倍。

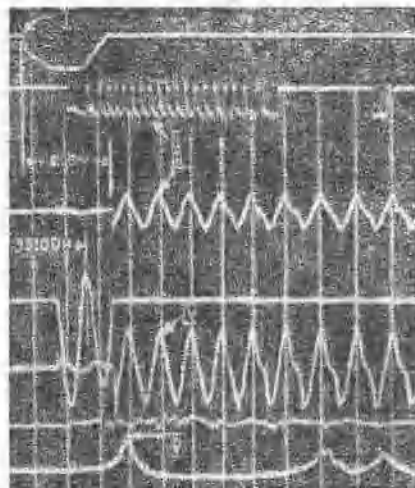


图14. 在 22 千伏电压下大容量的开断，和利用如图 13 所示的设备在几秒钟内在一个套管与油箱间加 132 千伏电压的试验。

- I — 分闸线圈激磁；
- II — 触头横梁行程；
- III — 试验电压 22 千伏；
- IV — 对地电压 132 千伏；
- V — 油箱内压力 3.2 大气压。

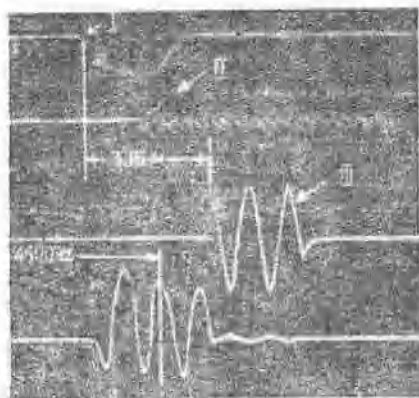


图15. 在 330 千伏断路器的半个极上（四个断点）加 198 千伏相电压时的开断能力试验。

- I — 分闸线圈激磁；
- II — 触头行程；
- III — 试验电压 198 千伏。

断开能力试验时的安全系数

与大容量系统联结的输电线上的断路器，有时还必须开断在断路器每一极的相与接地间的恢复电压比额定电压大二倍的电流。因此当输电线全部电阻具有很大数值时，有可能开断大于额定电流 10—20 % 的电流。

表 3 数据，说明试制的断路器具有很大的断开能力。它在断开时间不大于 0.05 秒的时间间隔内，在一个极上断开了电压为 396 千伏时的电流 3750 安，及在半个极上断开了电压为 198 千伏时的电流 4600 安，其最大的断开电流— 4600 安（图 15）为电压比系统的额定电压 330 千伏大二倍时的额定断开电流时的 10 %。

断路器的另外一个很重要的工作特性是断开输电线上电容电流的能力。在这种情况下，重要的任务是

防止电弧的重燃和与此有关的操作过电压（即在电弧熄灭后的 $\frac{1}{4}$ 周波的时间内引起电弧的第二次燃烧）。图 16 所示为不久前按装在试验室中试验线路上的适用于无功功率为 65 兆乏的电容器组〔文献 9〕。330 千伏断路器中的一相曾经在这个电容器组上进行电压为 198 仟

在一个极(八个断点)和半个极(四个断点)上加二倍电压时开断试验的数据 表3.

进行试验的断点数目	试验电压 (仟伏)	断开电流 (有效值)安	断开时间 (秒)	额定断开容量 的百分比
8	396	500	0.045	1
	396	1000	0.053	2
	396	2500	0.053	6
	396	2500	0.053	6
	396	2500	0.055	6
	396	3750	0.06	9
	198	1120	0.052	2
	198	1170	0.057	2
	198	1120	0.05	2
	198	2600	0.052	6
	198	2750	0.057	6
	198	2500	0.05	6
	198	4600	0.052	12

伏（在输电线路电压为 345 仟伏时作用在一相与中性线之间的电压）和电流 330 安的试验。在很大电流范围内进行了 45 次的试验而未发生任何电弧的重燃现象。试验是采用同步控制的方法，使断路器的分闸按下步骤进行，即使触头在对应于电流经过零点瞬间的 0.1 周波的时间间隔内逐次的分开。在一个断点上加 30 仟伏电压和在四个断点上加 120 仟伏电压时，开断电容电流的试验结果见图 17。电压为 198 仟伏和断开电流为 330 安时的特性示波图，见图 18。

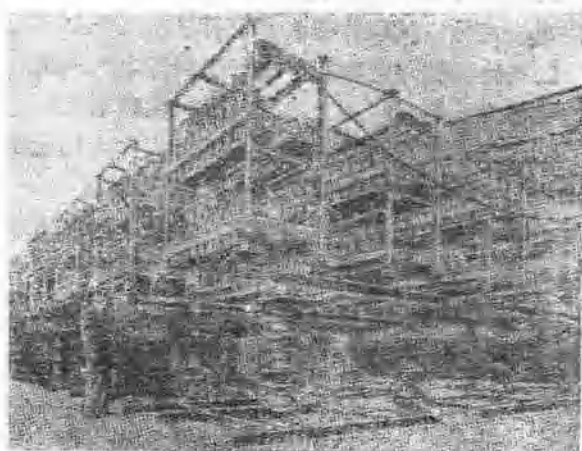


图16. 为了在 330 仟伏 480 公里输电线路某等值线路上进行无功功率 65 兆乏的按装于放电容量试验室中的大电容器组。

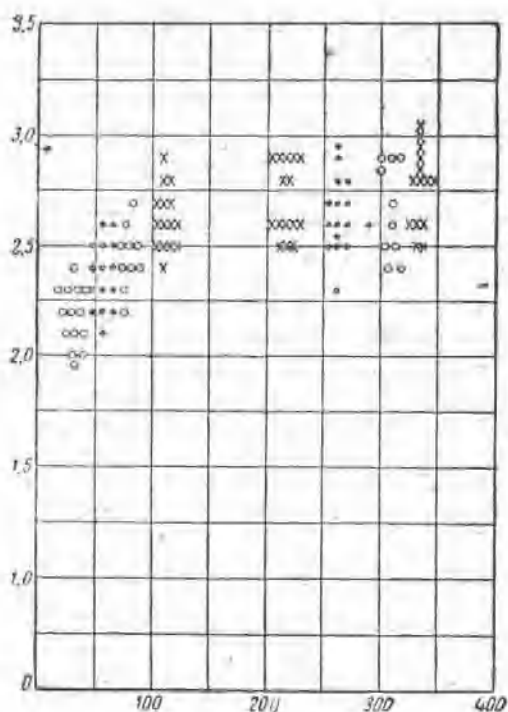


图17. 在一个, 四个和八个断点时, 开断 330 安以下之电容电流的示波图。

- ×——一个极 198 千伏(八个断点);
- 半个极 120 千伏(四个断点);
- 一个断点 30 千伏。

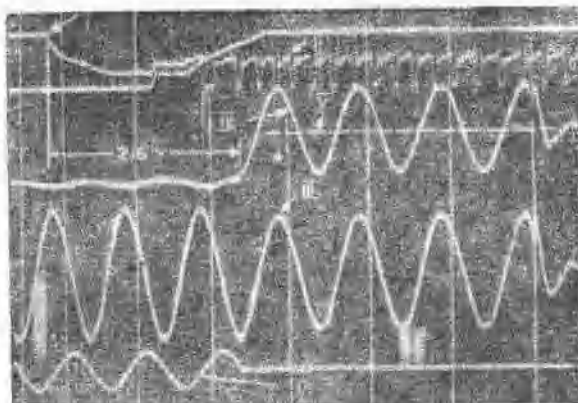


图18. 相当于开断 330 千伏 480 公里输电线的 198 千伏电压 330 安电容电流开断的示波图。

- I——断开线圈的激励;
- II——触头横梁行程;
- III——试验电压 198 千伏
- IV——断路器电压
- V——电容器剩余电荷
- VI——充电电流 330 安

結 論

1. 电压为 330 千伏断开容量为 25000 兆伏安, 其油箱能减少油量的断路器已试制, 并在断路器上用分段试验的方法, 进行了断路器全容量的试验。

2. 断路器在额定电压下进行了断开电容电流的试验, 试验在电压 330 千伏及长度为 480 公里之输电线的等值线路上进行, 经过试验未发生电弧的重燃。

3. 断路器可以按装一个三相同时操作的气动操作机构, 同时亦可用于快速自动重合闸 (АПВ), 并保证断开时间不大于 0.05 秒。

4. 带有触头的多断点灭弧室, 在试验时很易进入检修, 在多次断开大容量时, 具有足够的稳定性。在这样的额定断开电流下, 具有很满意的电动力及热稳定电流。

新型断路器具有很坚固和可靠的结构, 甚至可以在有地震的情况下运行。它由几种不需按复杂的按装, 调整和维系的元件组成。

討 論

帕令斯[通用电气公司]: 文中所举试验结果不能充分证明断路器具有上述的开断能力。作者列举在全电压和低电流, 或低电压大电流下在全部断点试验的结果, 同时亦提出了在部分断点上以额定或更大的数值试验的结果。

如果当电弧燃烧的时间在不同情况下大致相同时，以低电压及全额定电流进行的试验，可以说是绰绰有余了。如表 2 所示，在带有操作机构的断路器固有时间为 0.033 秒时，最大断开电流时的电弧燃烧时间在 0.009—0.014 秒的范围内。

第一相在开断三相不接地短路电流时，承受了约 300 千伏电压的作用。整个断路器的单独试验是在电压为 396 千伏的情况下进行的(表 3)，此时电弧的燃烧时间为 0.027 秒，它比用全额定开断电流及低电压试验的燃弧时间大二倍。单独试验的目的是为了下面有意义的试验，即包括在改善灭弧装置的情况下，使在全电压情况下的燃弧时间，比在大电流及低电压时小。

为了得到全部断路器的特性，对全部断点进行了试验，以得到足够多的特性。这个观点是建立在可能的基础上的，由于电压分布均匀及其它原因，在八个断点串联时的燃弧时间和承受按比例降低的电压作用的一个断点的燃弧时间一样。在现有的断路器上则没有这样的关系。在一个断点上加电压 44 千伏时的燃弧时间达到 0.017 秒，同时在八个断点上加电压 396 千伏时燃弧时间达到 0.027 秒或大于 50%。如果加全电压时，燃弧时间相等，且不大于一个周波的话，这种可能性是可以信服的。

必须指出，按装在鲍华狄尔·坦恩 (Бюлдер-Дэм) 变电站中的断路器，在各种不同的试验方法时[文献10]，保证了它的额定数据，试验结果见表4。

在文章中可以看到灭弧装置很满意地开断了电容电流而未发生电弧重燃现象。从图 17 中很易地看到所有系列的燃弧时间的变化都小于一个周波，这就是说，断路器在最初三个周波

试验 序号	试验电压 (千伏)	电弧起始电流 (有效值)安	电压恢复速度 (伏/微秒)	由发布命令到电弧 熄灭的时间间隔 (断开时间) (周波)	触头行程(公厘)	
					电弧熄灭时	电流第一次 经过零点时
1	2	3	4	5	6	7

整个断路器，八个断点

34	22	6100	1070	2.3	10	0
35		6700	1000	2.45	28	5
36		7700	1130	2.6	25	2.5
37		9300	990	2.8	33	5
18	44	4100	2000	2.75	33	5
19		4400	1870	2.3	13	0
20		4000	2200	2.55	23	0
21		6800	1560	2.4	20	0
30	66	2500	2400	2.65	30	8
31		2600	2500	2.6	30	5
32		3100	2200	2.45	25	0
33		2900	2300	2.5	25	0
26	88	3100	2500	2.35	20	0
27		2000	2900	2.35	23	0
28		2300	2600	2.4	20	0
29		2100	2800	2.6	30	0
85	264	720	300	2.45	35	5
86		760	4700	2.45	30	0
87		760	4500	2.55	38	8
83		760	4900	2.45	33	5