

直流输电译文集

第一集

科学出版社



直流输电译文集

第一集

安世明·林良真 译

科学出版社

譯 者 前 言

随着我国社会主义事业日益飞跃地发展,作为先行者的电力工业也以惊人的步伐向前猛进。由于許多大型电站的建立,相应地也出現許多高压远距离輸电綫,并且逐漸联成強大的动力系统。随着輸送容量和距离的增加,交流輸电中的稳定問題就成为一个尖銳的、急待解决的問題。世界各国許多科学家和工程师在这方面花費了巨大的劳动,提出了許多解决这一問題的办法。但是,由于交流輸电本身的缺陷,这些措施都不可能完全彻底地解决稳定問題,而且在采用这些措施时不可避免地要增加輸电綫的投資。因此,人們便企图用直流輸电代替交流輸电以彻底解决稳定問題。实际上由于直流輸电没有象交流輸电那样存在稳定問題,而且在輸电綫投資方面比交流便宜,因此这方面它是具有很大的优越性。

但是在采用直流輸电时也遇到一些困难,最突出的是换流問題。因此研究和制造出可靠、簡單、經濟的換流閥及其控制是一个很有意义的工作。

苏联在直流輸电方面进行了大量的研究工作,根据在卡唏拉-莫斯科直流輸电試驗綫路上的实验,积累了相当丰富的經驗,这对我們来講是十分宝贵的。中国有着广阔的土地,丰富的水利資源,因此直流輸电在我国会有很大发展前途的。目前我們在这方面的研究工作还未开展起来,介紹这方面的中文資料也很少,为此我們从苏联电站部直流研究所 Н. Н. Щедрин 教授主編的“交直流輸电”(Передача энергии постоянным и переменным током) 論文集前五集中,选譯部分有关直流輸电的論文,以供对这方面研究参考。本书主要介紹苏联在直流工业試驗綫路及直流模型上对閥及直流輸电綫运行、控制进行研究的成果,此外也介紹了在这方面的一些理論研究。由于我們水平有限,錯誤之处在所难免,尚希接触到本书的同志們提出指正。

目 录

譯者前言.....	iii
高压水銀整流閥电气強度的研究.....	
..... Д. Д. 阿列克山大洛夫, Н. Ф. 奧琳結斯卡雅, С. В. 普吉琴	1
阴极輝点的介質引燃极.....	И. П. 帕諾夫 12
工作閥中水銀凝液的形成.....	В. В. 馬恰維奇 20
当作用电压波形畸变时油浸紙質电容器的离化特性.....	А. К. 哥尔契克 29
高压水銀整流閥分組式阳极結点的电压分布研究.....	
..... В. А. 都鄂吉赫, Н. И. 拉富罗夫	49
卡唏拉-莫斯科直流輸电換流站設備的自身参数	
..... М. Г. 雪核特曼, Н. А. 綏甫林娜	63
在直流輸电架空綫路上电压振盪的阻尼.....	Н. Д. 列芬科夫 75
卡唏拉-莫斯科直流輸电綫的柵极控制系統.....	В. И. 希梁也夫 89
直流輸电分路裝置工作的研究.....	Б. С. 緬林克-沙尔基受夫 101
当同步电机連接在整流器上工作时的电磁功率.....	М. Г. 雪核特曼 113
換流站与結構简单的并具有无功功率补偿的受端电力系統的并联运行.....	
..... В. М. 柯維亞特科夫斯基	121
利用直流輸电来提高混合式交流輸电的稳定性.....	Г. И. 波諒克 153
联接有直流輸电綫路的电力系統的正常状态和靜态稳定的計算.....	
..... Г. И. 波諒克	166
具有并联式中間变电所的直流輸电的調节系統及其工作条件.....	
..... Е. М. 別尔林, М. Г. 查瓦里娜, Н. А. 綏甫林娜	180
在各种不同的无功补偿方式下逆換流电路过渡过程.....	
..... В. М. 克夫亞特科夫斯基	190
直流輸电整流站閉鎖过程的研究.....	В. В. 脫尔馬索夫 204
长距离电綫綫路絕緣故障点的判定.....	
..... А. К. 曼恩, А. В. 米隆諾夫, Н. Ф. 列米娜	212

在不同气象条件下直流架空綫路絕緣子的漏泄·····	
····· A. M. 拉夫魯欣, Б. М. 梁伯夫, H. K. 尼哥尔斯基	223
直流輸电保护及調节装置的測量元件中电磁过程的分析·····	E. M. 別尔林 227
当逆換流器的三相桥式电路电源为由二个单相变压器繞組接成“开路三角形”	
时的工作状态·····	A. M. 皮錯夫, Ю. C. 克拉依契克 239
水銀整流閥阳极温度測量仪·····	E. A. 利曼諾夫, A. M. 福尔曼 252

高压水銀整流閥电气强度的研究

Д. Д. 阿列克山大洛夫 Н. Ф. 奧琳結斯卡雅 С. В. 普吉琴

引 言

在用于直流輸电的高压整流閥中, 不导电周期的高电气强度以及导电周期通过大电流的可能应均匀地配合。此外, 整流閥是在动力系統中以換向元件形式而出現的高压动力設備, 故当正常运行方式破坏时, 应当允許承受在直流輸电綫和动力系統中所产生的高值电流和电压。

对于卡喀拉-莫斯科試驗綫和所設計中的斯大林格勒-頓巴斯直流輸电綫的高压整流閥而言, 加于阳极与阴极間的电压最大值約为 100 千伏。这一电压对于試驗綫路而言, 在某些运行情况下可达 130 千伏, 而当正常运行破坏时, 在綫中所产生的操作过电压的幅值定为 260 千伏。

为了簡化直流輸电变电所的換流装置, 最好能进一步增大阳极电压的允許值。离子仪器中电极間的高值电压要求能解决相适应的結構。但对于电极本身和圍繞电极的气体中所产生的物理过程沒有清楚的概念, 以及对这一过程中所发生的一些規律沒有了解, 則不可能正确地解决这一問題。

文献中所提出的一些研究也还不是針對在类似高压整流閥中所具有的条件下进行的, 所以就不可能直接地加以利用。局外气体的混合物对于基本的水銀蒸气在高压整流閥电气强度方面的影响迄今仍是研究得很少。在直流研究所研究出这种所謂循环压力表的結構之前, 要想估計基本水銀蒸气中局外气体混合物的真正含量实际上是是不可能的。

在高压整流閥的实际运行当中, 曾找到了一种用所謂“靜态試驗”的方法来检查整流閥的电气强度。不論对于新制成的、或是检修完了的以及經過化成的和輸电綫上运行的整流閥都要作靜态試驗。

开始靜态試驗是在阳极与上部柵极之間均匀地加以直流高压——先从一个方向加压, 而后改換方向。

試驗是在把所有輔助电极与上部柵极和大地相短接的情况下进行的。阳极与上

部栅极間发生击穿的情况通过阴极示波器拍摄下来。以后,由于用直流作試驗沒有显著的优点,以及考虑到交流高压电源比較简单,所以静态試驗又改用交流电压进行。

截至目前为止,认为可以承受电压最大值为 210 千伏(有效值为 150 千伏),而不发生击穿的整流閥就算做是性能良好的,这一电压最大值很少超过 230 千伏。虽然目前是采用了这一試驗电压值,而当其在輸电綫上工作的实际运行中却常常发生反燃弧或直接击穿的情况。同样也观察到在不导电的周期內整流閥的静态强度有所降低的現象,也很常見这样的情况,即虽然采取了全部所熟悉的措施之后,仍不能达到所必需的静态强度水平。

目前在整流閥上还没有能够测量局外气体压力的气压表,以及对水銀泵进行試驗的方法还不完善,故可认为由于整流閥真空状态的劣化使其电气强度降低。实际上有时也发现这种情况,当简单地拆換整流閥的水銀泵时其电气强度便达到額定值。这一現象就迫使人們来改善水銀泵的结构、加工工艺以及試驗方法。此外用最大值为 170 千伏的电压对阳极屏蔽絕緣子在真空中进行了預試驗。

所列举的各项措施以及一系列其他加工工艺的改善和整流閥准备状态的检查方法,例如在氬气化成过程中整流閥排出气体分析器的研究,在目前都不能保証可以得到高静态强度的并在运行过程中加以保持的准确結果。

本文中所引証的全部研究是在試驗綫路的整流閥上进行的,所以这些結果可以直接用于整流閥的研究。

1. 試驗条件

进行試驗的整流閥阳极-栅极环节如图 1 和图 2 所示。阳极、屏蔽及栅极的材料是优质低碳鋼,絕緣子是瓷的。图上所未表示的整流閥下部是由金属罐构成。水銀阴极位于罐的底部,在第一个閥上(图 1)横向屏蔽具有經絕緣子向外的出綫。

在整流閥正常工作时,阳极与屏蔽区域内的水銀蒸气压不超过 1×10^{-3} 毫米水銀柱。而在静态試驗时,整流閥內各点压力都与此相同。混合气体的压力等于 5×10^{-6} 毫米水銀柱,它相当于在連續排气时水銀蒸气泵所能保証的极限真空度。压力一般是通过由水銀蒸气泵、JIT-4 型热电偶管,以及毛细管相串联的閉合系統而形成的循环压力表来测量的(文献[1])。

在正常的真空处理之后来进行整流閥的試驗。这种处理是包含着以下几个步骤,即排气一般加热,在整流閥內連續通有保持 3×10^{-3} 毫米水銀柱压力的氬气条件下电流化成以及在正常工作状态下高压化成。此外,这两台被試整流閥在氬气的

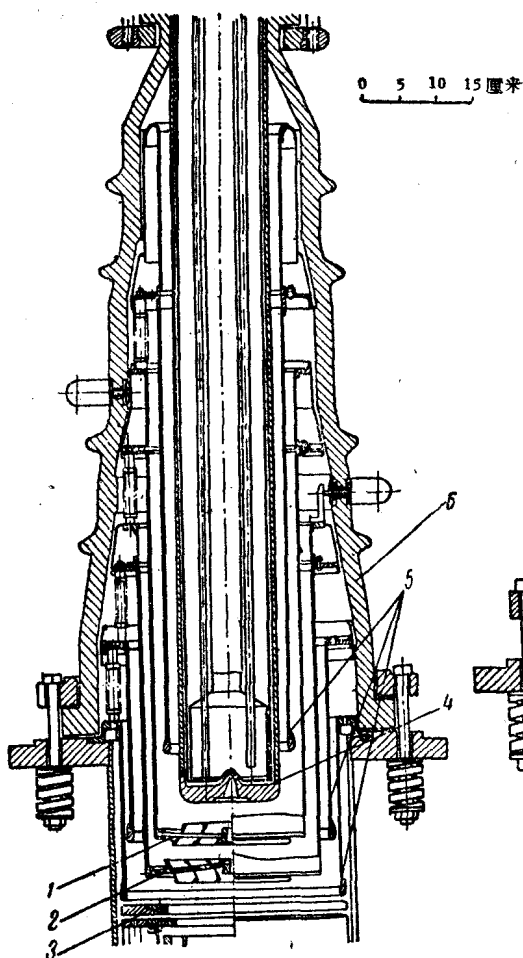


图1 第一个被试整流阀阳极环节的总图
1,2—第一和第二横向屏蔽；3—栅极；4—阳极；
5—侧屏蔽；6—绝缘子。

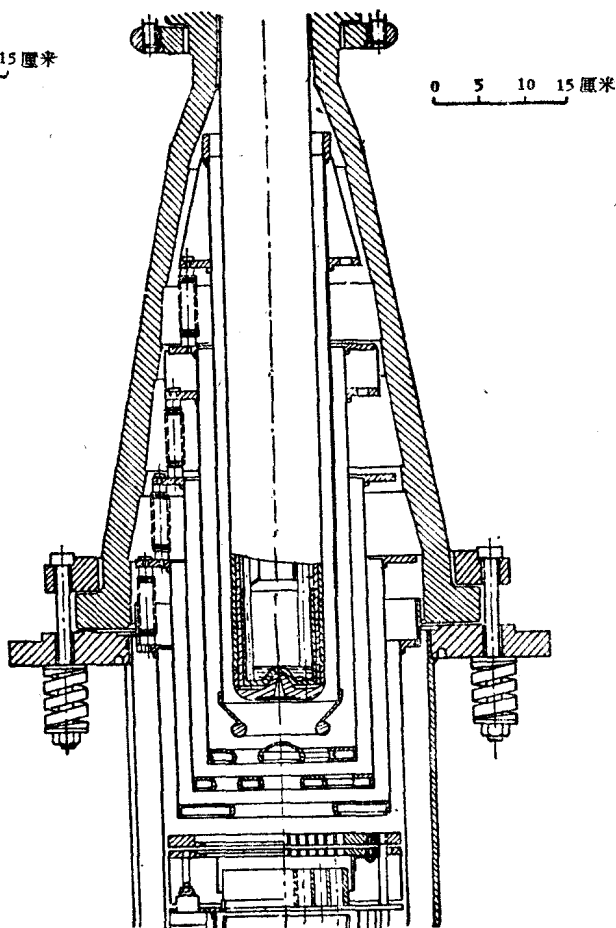


图2 第二个被试整流阀阳极环节图

辉光放电条件下进行了电极的补充试验。又考虑到液体水银的温度有所变化,故在整流阀中也改变了水银蒸气的温度。

所采用的电炉加热和氩冷却系统有可能把阴极和外壳的温度从 10° 变化到 40°C 。这时阳极环节和绝缘子的温度永远高出 $10^{\circ}-20^{\circ}$,这就防止了水银蒸气的凝结。水银蒸气压力根据其液态温度来决定,并根据下一关系换算到零温度

$$P_0 = P \frac{273}{T}$$

其中 T 为间隙的绝对温度。

经整流阀绝缘子的上法兰阀门可以填充不同的气体。当气体压力大于 1×10^{-3}

毫米水銀柱时,整流閥的真空閥門关闭,而水銀泵停止工作。当采用空气及其他气体时,由冷却阴极和外壳的水温所确定的水銀蒸气压总保持在 $1 \times 10^{-3} - 0.5 \times 10^{-1}$ 毫米水銀柱的水平,即大約与正常工作状态相同。

整流閥电气強度的試驗是用直流电压、脉动电压以及交流电压当限流电阻为 1 兆欧时进行的。由倍压綫路所形成的电源可进行相应的切换,以便得到直流电压和 50 周的脉动电压。直流电压与額定 400 千伏相比,其脉动不超过 0.05%,这一电压可用接于变压器一次側的并事先根据球直径为 50 厘米的球形放电間隙所刻度的电压表測出。电压加于阳极与整流閥上部柵极之間。由絕緣子所分开的中間极——屏蔽則处于“飘浮”电位的情况下。

由于不可能通过视觉观察到整流閥产生放电的瞬間,故在直流和脉动电压下击穿的开始是根据接于整流閥阳极迴路的微安表电流的急驟增长情况来确定。为保护整流閥,故采用了标准的 PA-350 型放电間隙、分流装置以及当电流增加到危险值而投入与其相串联的电阻。

在交流电压以及脉动电压的試驗时,从加于整流閥的电压示波曲綫上所得到的相应畸变就可以确定。在交流电压的情况下这是一种唯一可行的方法,因为整流閥具有很大的电容电流,这一电流不允許使用电流表来标记击穿情况。

2. 測 量 結 果

在两台被試整流閥所得的大量測量結果中(图 1 和 2),說明放电的点火电位 U_i 与气体或水銀蒸气的压力 P 之典型关系,具有如图 3 所示的形状。所表出的曲綫是当柵极-阳极間隙 ($d = 14$ 厘米)在脉动电压作用之下,第一台被測整流閥充以空气的情况下得到的。对于水銀蒸气所得之曲綫与充空气之曲綫相同。为了比較起見在同一图上标出了对应于两台被試整流閥充空气和充水銀蒸气时的各試驗点。曲綫一般的特性是可以重复不变的。同时,总可以看到有一段在 $3 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}$ 毫米水銀柱之前, U_i 与气体压力无关的水平綫段。对这一非常重要的現象,进行了多次的验证。无论是快速或是慢速变化整流閥中气体的压力每一点都保持了几个小时。在所有的情况下, U_i 的大小是非常稳定的。其逐点的变动不超过 5—10 千伏。曲綫从水平綫段向下轉变的开始,对不同气体是不同的。对于水銀蒸气和空气而言,当整流閥中电极間的距离为 15 厘米时,这一轉变系在 $3 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}$ 毫米水銀柱;对于氫气則在 $7 \times 10^{-3} - 8 \times 10^{-3}$ 毫米水銀柱;对于氮而言,是在 $12 \times 10^{-3} - 13 \times 10^{-3}$ 毫米水銀柱。

在 U_i 与 P 无关的放电区域里,常常可以观察到預击穿电流的出現。这一电流的

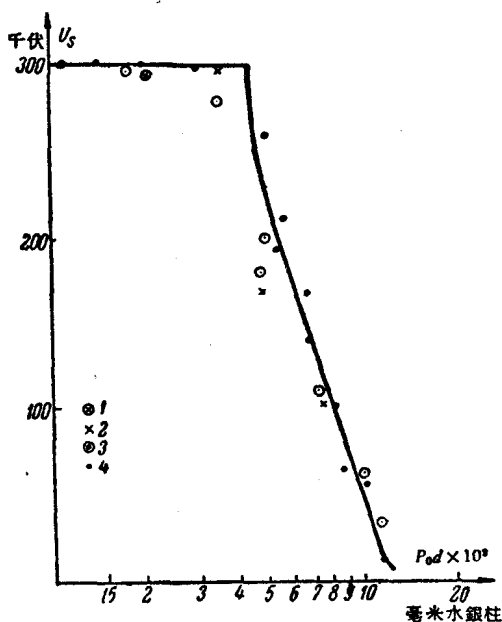


图3 空气和水银蒸气的 U_s 与 $P_0 d$ 的关系
1和2,各对应于在第一和第二被试整流阀中充
以水银蒸气;而3和4为对应于在第一和第二
被试整流阀中充以空气

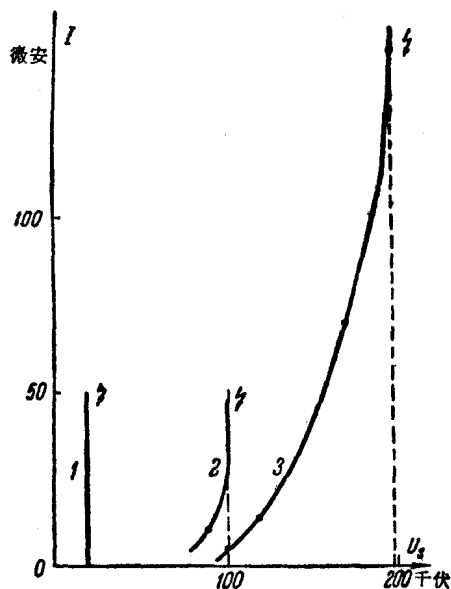


图4 空气的 I 与 U_s 的关系曲线
1. $P_0 = 8 \times 10^{-3}$ 毫米水银柱;
2. $P_0 = 6 \times 10^{-3}$ 毫米水银柱;
3. $P_0 = 1 \times 10^{-3}$ 毫米水银柱.

典型伏安特性如图4所示。

预击穿电流的大小随时间变化。每当下一次电压升高之后,电流都将缓慢上升。图4曲线是在每一级都保持5分钟的条件所获得的。在这一段时间内,一般说来电流是不再增长了。

在转变到与压力有关的放电区域内时,预击穿电流并非立即消失,但其特性发生变化。产生这一电流的电压几乎不变(曲线2),但在数量上在击穿之前这一电流增长到某一较小的数值,例如代替100—150微安的是20—40微安。

近一步增加整流阀内气体或蒸气的压力预击穿电流随电压均匀增长的情况便被破坏,而击穿电流的增长实际上是瞬时的,预击穿电流乃消失。

当击穿时,加于整流阀的电压示波图在与压力有关的放电区内和在泊桑区内是不同的。在第一种情况下仅是个别的极短时的被加电压的正弦崩溃,而在第二种情况下正弦畸变乃是放电点燃的特点。

通过特殊的检验确定,在与压力无关的放电区域内,以及在服从气体击穿规律的区域內,电极间的距离对击穿电压的影响不同。在第一个被试整流阀中(图1)是看不到与 d 有关,如上所述,它具有两个带有向外出线端的横向屏蔽。图5和图6表

出当阳极与第一屏蔽、阳极与第二屏蔽以及阳极与栅极間有所加的电位差时 U_s 与 P 的关系。这里的 d 是对应于加有电压的电极間最短距离。在所有的情况下,屏蔽接地,而阳极加以正的脉动电压。

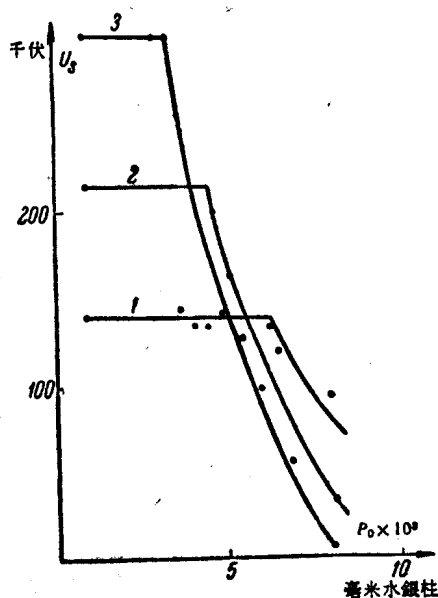


图5 当阳极为正时,对于不同的 d 所得的 U_s 与 P_0 的关系

1. $d=3$ 厘米; 2. $d=8$ 厘米; 3. $d=14$ 厘米。

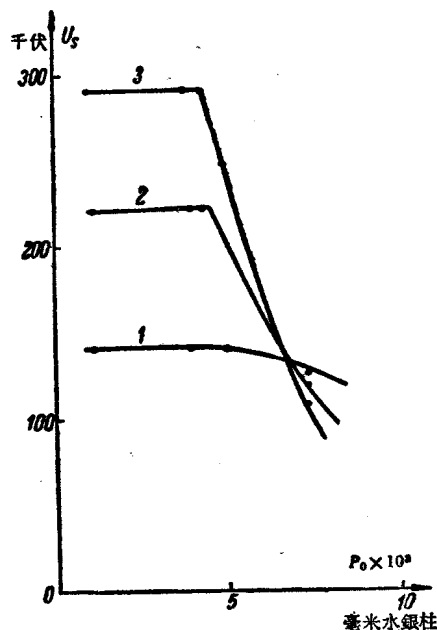


图6 当阳极为正时,对于不同的 d 所得的 U_s 与 P_0 的关系

1. $d=3$ 厘米; 2. $d=8$ 厘米; 3. $d=14$ 厘米。

在与气压无关的放电区域中,极間距离的增加可以使电气强度与 $\sqrt{d}$ 成比例地增长。在放电的产生系服从于气体击穿定律的压力区域中,較大的极間間隔对应于較大的 Pd 值,即 U_s 較小。当然根据阳极-第一屏蔽間距离为 3 厘米时所繪制的泊桑曲线 $U_s(Pd)$,在这一区域中与在所有其他的阳极-栅极距离时所繪制的类似曲线相比较是偏左的。这就說明,在泊桑放电时,阳极-第一屏蔽間的放电路径长度远远大于该电极間的最短距离。从間隔本身的结构讲,还有可能得到更长的放电路径(图 1)。

放电向适应于 U_s 与 Pd 关系的泊桑区轉化,常常先引起某些中間放电区域,这可从图 6 明显地区分出来。图中表出当 U_s 与 P 的关系存在时,小距离的間隙尚可承受的最小击穿电压,从曲线水平段向下轉化各点的位置和轉化区域的分布情况与电极表面状态大有关系。曲线 6 是当电极經過在氦气中用輝光放电法加以补充处理之后所得到的。

在我們这种条件下所产生的泊桑曲线之过程,与气体种类有关。我們从几台整

流阀上当栅极-阳极距离为 15 厘米时施以脉动电压取得了一些对于水银蒸气、空气、氩气和氮气的 U_i 与 Pd 的曲线。空气、氩气、氮气击穿电压的测量是当残留有一部分水银蒸气，其压力在 $0.5 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-3}$ 毫米水银柱的情况下进行的。曾经检验过在所研究的气体同一压力范围之内，水银蒸气的压力，从 0.3×10^{-3} 变化到 1.5×10^{-3} 毫米水银柱时是丝毫不影响不同压力下的空气、氩气、和氮气的击穿电压。测量结果示于图 7，其中也列举出由其他人对这类气体所得到的数据。

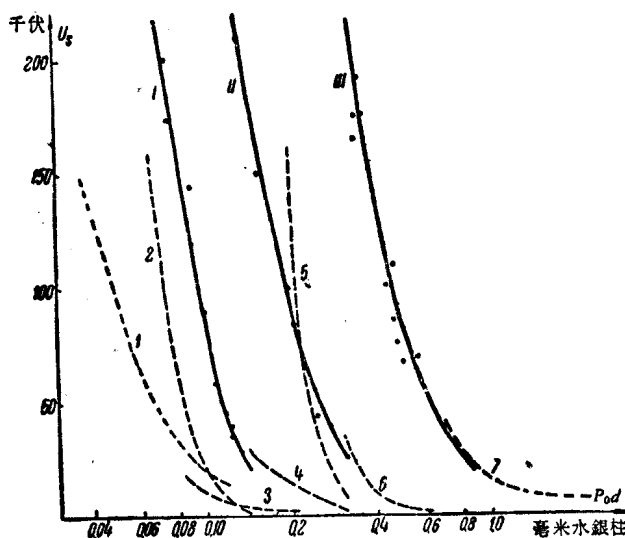


图 7 U_i 与 Pd 的关系

- 1—水银蒸气，根据科谿尔费尔德和古协娃的数据(文献[12])；
- I. 2和3—空气，各对应于本文的数据和科谿尔费尔德及古协娃的数据(文献[11])，以及谢尔文的数据(文献[8])；
- II. 4和5—氩气，各对应于本文的数据，科文的数据(文献[9])，科谿尔费尔德与古协娃的数据(文献[11])；
- III. 6和7—氮气，各对应于本文的数据，科文的数据(文献[9])，和科谿尔费尔德与古协娃的数据(文献[10])。

在研究加于整流阀电压的极性对 U_i 与 P 关系的影响时，曾发现当阳极电位为正或为负时其击穿电压常有所不同。例如，在第一台被试整流阀中，正电压比负电压具有较高的强度。而在第二台中，恰恰相反。一般说来，这与不同的电极光洁度有关，并且附加的或更长时间的处理是可以减少击穿电压的差别，甚至使这一差别消失。

但是也发生这样的情况，在服从于气体击穿的放电区域内，第一台整流阀阳极—第一横向屏蔽间不同极性的击穿电压在数量上有一固定的差值。在研究这一间隙时，第一屏蔽一般是与第二屏蔽短接的。例如在空气压力为 7×10^{-3} 毫米水银柱时，阳极为正时的击穿电压为 115 千伏，而在负极性时，却很低(70 千伏)。也曾发现，如

果第二屏蔽与第一屏蔽脱离, 负极性时的击穿电压也等于 115 千伏。当阳极为正时即阴极与屏蔽連結时, 割断与第二屏蔽的連系并不改变这一間隙的击穿电压。

在这一整流閥的另一間隙上也发现了类似的情况(栅极——第二屏蔽)。在这种情况下, 加于已短接的屏蔽上的正电压与反极性电压相比同样也使击穿电压降低。

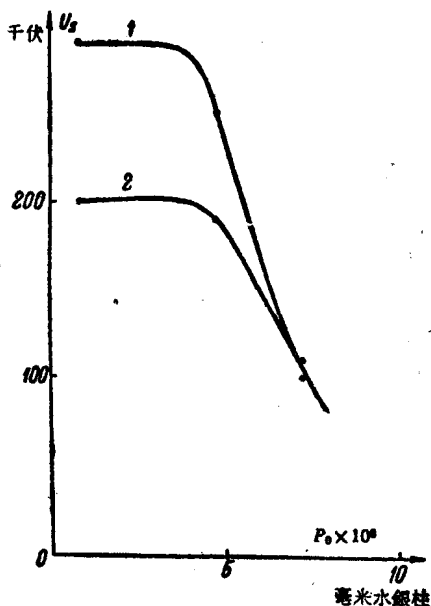


图 8 U_b 与 P_0 的关系曲线
1—对于脉动电压; 2—对于直流电压。

与第一屏蔽相同, 如果外屏蔽与内屏蔽割断連系时, 并不发生击穿电压的降低。

在这种情况下, 阳极正极性和负极性的击穿电压之差值, 似乎只与向服从于气体击穿規律的区域沿较长路径而发展的放电可能性有关。但这只有在承受正极性的屏蔽之后, 还有一个处于同一电位的屏蔽时才是可能的。当已連結起来的屏蔽位于负电位之下, 只有接近于反极性电极的屏蔽参与放电, 因为在此以后由于不存在电场, 阴极上产生这一过程是比较困难的, 而没有这一过程就不可能发展自持放电。

业經証实, 击穿电压的波形对击穿电压数值有影响。图 8 表明在第一台被試整流閥充以空气而阳极为正电压时, 阳极-上部栅极

的 $U_b(P_0)$ 曲线。

在直流电压情况下, 在与压力无关的放电区域内 U_b 比之在脉动电压时約低 30%。

这里頗有意义的是, 在純交流的情况下, 有时击穿电压比脉动电压要低两倍。

3. 結果的討論

所进行的高压水銀整流閥电气强度的研究說明, 整流閥中空气和水銀蒸气的压力从 $3 \times 10^{-3} \rightarrow 4 \times 10^{-3}$ 毫米水銀柱开始以及低于此数值时, 便发生了所謂高真空击穿的一些特点。事实上, 从上所述的工作結果中可得結論, 即在这一放电区域内, 气体与水銀蒸气的压力及其本性并不影响击穿电压的数值。对不同的电极間距离所得到的 U_b 大小是服从于所熟悉的高真空击穿規律, $U_b = C \sqrt{d}$ 。誠然, 在我們这种情况下, 常数 C 等于 80—120 千伏/厘米^{1/2}, 即比文献 [2] 中所引用的数值要小很多。这可能是由于水銀蒸气对鋼电极表面发生某种作用有关。

大家都知道,在小的极間距离情况下(十分之几个毫米)真空击穿是由于在一定的場强下从阴极产生靜电电子发射的結果。在电极間的距离較大而电位差亦較大时,当场强較小即可产生击穿。在这种情况下,微观电场尚不足以自动发射的缺陷,有可能由其局部的增強所补偿。产生这样局部增強的条件,就在于加于极間的电位差足够大。由于形成了从阳极飞来的微形质点,就有可能使得阴极电场增強(文献[3])。电場的增強又促成了由阳极所发射的正离子层(文献[4])。使发射增加的原因,可能是由于整个阳极材料受到撞击而产生的局部发热(文献[2]),或是由于形成区域电弧微放电的局部化的結果(文献[5])。

綜合上述可得如下結論,在电极間有足够大的电位差时,高真空中的击穿乃是导致产生和成长自动或热发射的比較长期(与击穿比較)准备过程的必然結果。例如,在我們的实验中,整流閥的高真空击穿的发展如上所述曾延續了十分之几秒,有时甚至长达数秒。如快速地去掉或減少所加的电压,則預击穿电流可以停止,从而不发生击穿。如上所述,在脉动电压下的 U , 总比直流电压下 U , 值高 50%。如果击穿的产生是与某种預击穿过程有关时,如靜电或热电发射电流增长到一固定数值有关,則对于击穿发展起决定作用的不单单是电压的幅值,而且也包括其有效值。在这时对于脉动电压而言,它約为幅值的 60%。

在交流电压作用下 U , 的数值甚至常常低于直流时的情况。一般看到的所加电压的波形对于整流閥电气强度的影响与伦琴射綫管的电气强度数据相同(文献[6])。当半波整流时,伦琴射綫管在脉动电压下的强度大于直流和交流电压下的数值。

由于体积内的离化作用,当增加气体或水銀蒸气的压力时,击穿的发展可能会显著地加快。因此放电在性質上轉換到另外一个区域,在这一区域内击穿电压与气体的压力和气体的特性有关。因为击穿在本質上还与高真空中击穿发展的机构有联系,故在这区域里击穿电压常常不服从于泊桑定律。因此較小的极間距 d 却具有較小的 U , (图 6)。然而压力的增加有助于击穿的发展,所以随着 P 的增长击穿电压有所下降。

当由于小 Pd 的击穿判据是 $Q\gamma = 1$, 則在 γ 离子作用下的二次电子发射系数应当是比在相应的条件下从試驗所得的要大得多,故击穿电压仍有可能不服从于泊桑定律。按照文献[7]的数据 γ 值不超过 20, 这时一个电子在間隔长度 Q 内所产生的平均离化次数,对在所指定的条件下可以很容易的計算出来,它远小于 0.05。

图 7 所表示的不同气体的泊桑曲綫与文献[8]和[9]相比是大大偏右,而且与最近文献中对氮(文献[10])、空气及对氫(文献[11])所求得的曲綫相一致。因此,尽管整流閥中的电场有某些不均匀,我們所得到的与空气曲綫相同的并与文献[12]相比

更偏右的水銀蒸气曲綫显然应当被認為是更能反映其实际过程。大家都知道,最右側的泊桑曲綫是对于一定气体在更高的純度和更精确的电极工艺处理条件下所获得的。

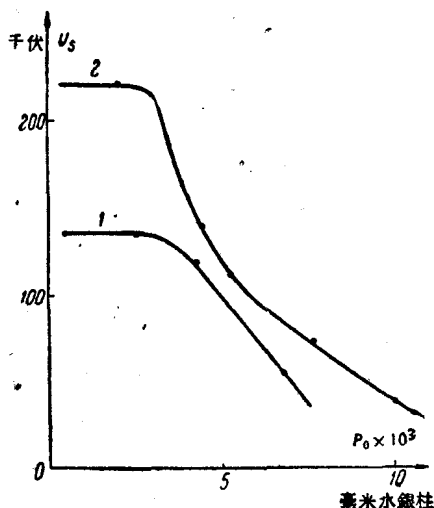


图9 在直流电压时 U_s 与 P_0 的关系曲綫
1—当用氩气輝光放电处理之前;
2—处理以后。

的。

对整流閥的电极,在氩气中輝光放电的条件下进行附加的处理,是可以大大提高整流閥的电气强度并得到稳定的击穿电压数值。图9表示出同一整流閥在处理前后的情况。

显然,在整流閥的工艺过程中,根据相适应的分析,可以推荐类似的处理方案。全苏电工研究所还得到了一些类似用惰性气体輝光放电来淨化电极的研究結果。采用氩气的輝光放电来加工电极时,真空仪器的强度同样也能很有效地提高,这一問題在文献[13]中有所介紹。

結 論

1. 高压整流閥的静态电气强度取决于高真空击穿定律。如在已研究的結果中所确定,这一定律对于极間距离为15厘米,空气压力和水銀蒸气压力直到 3×10^{-3} — 4×10^{-3} 毫米水銀柱,并在相应的电极加工条件下可以保持。在这样条件下,当增加极間距离时电气强度有所增长。

2. 整流閥中局外气体压力比扩散泵所保証的数值增大两级(1×10^{-3} 毫米水銀柱)时,对整流閥静态电气强度沒有直接影响。所加电压的波形及其持續時間能影响高压整流閥的击穿电压数值。50周的脉动电压与直流电压相比,可以使 U_s 提高50—60%。

3. 用氩气輝光放电法加工整流閥的电极,可以被推荐作为提高其电气强度的加工工艺措施。

参 考 文 献

- [1] Д. Д. Адександров и С. В. Птицын, Циркуляционный манометр, НИИПТ, сб. 1, 1957.
- [2] L. Cranberg, The initiation of electrical breakdown in vacuum, *J. Appl. Phys.*, **23**, 518, 1952.
- [3] F. Berstein, Contribution à l'étude de décharges statistiques entre les électrodes sous vide poussé, C.

- R. Ac. Sci., Paris, 224, 65, 1946.
- [4] S. A. Chiles, Electrical breakdown in high vacuum, *J. Appl. Phys.*, **8**, 622, 1937.
 - [5] R. Arnal, Les "microdecharges" électriques dans le vide dynamique, *Ann. de Phys.*, **10**, 830, 1955.
 - [6] В. И. Раков, Электронные рентгеновские трубки, Госэнергоиздат, 1952.
 - [7] H. C. Bourne, R. W. Cloud, J. G. Trump, Composition of interelectrode prebreakdown in high vacuum, *J. Appl. Phys.*, **26**, 625, 1955.
 - [8] S. Cerwin, Sparking potentials of low pressures, *Phys. Rev.*, **46**, 1054, 1934.
 - [9] R. Quinn, Sparking potentials of low pressures, *Phys. Rev.*, **55**, 482, 1939.
 - [10] В. Н. Клярфельд и А. Н. Дикиджи, Напряжение зажигания разряда в He, Na, Ar, Kr, Xe при низких давлениях, *ЖТФ*, **25**, 6, 1038, 1955.
 - [11] В. Н. Клярфельд и Л. Г. Гусеева, Напряжение зажигания разряда в различных газах, Труды ВЭИ, **63**, 19, 1957.
 - [12] В. Н. Клярфельд и Л. Г. Гусеева, Напряжение зажигания разряда в ртутных парах, *ЖТФ*, **24**, 7, 1169, 1954.
 - [13] R. Arnal, Influence de l'état de surface sur les décharges électriques dans le vide. C. R. Ac. Sci., Paris, 242, 2308, 1956.

(譯自“交直流輸電”第3集)

阴极辉点的介质引燃极

И. П. 帕諾夫

引 言

当研究提高高压阀工作电弧稳定性的方法时,曾认为(文献[1])强制的重复引燃阴极辉点是一项措施。

强制重复引燃装置的初始方案(图1)系利用了半导体引燃极。这种型式引燃极

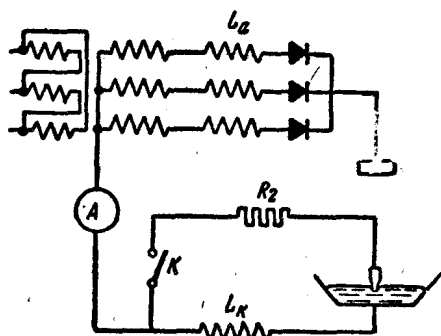


图1 实现强制重复引燃的线路图

的缺点,尤其是在大容量阀的条件下所出现的,是不能保证设备有足够的稳定性。

在整流阀短期工作之后,引燃极便汞齐化了,而其工作的精确性也被破坏,进而完全丧失引燃的作用。引燃极汞齐化(文献[2])使得阴极水银污秽起来,并造成引燃极表面产生高温,这就是在整流阀中所发生的情况。水银的污秽是阀内电极分解的结果,而引燃极表面的高温则由强阴极辉点所造成。

半导体引燃极另一个缺陷是其消耗功率很大。因此在低电阻 R_2 工作时(图1),只好并入阴极电抗器。直流研究所对于工作电弧稳定性的研究,确定出阴极电抗器的大小对于自由重复引燃的可能性有本质的影响,而这种重复引燃正是关系着主电弧工作能否稳定的重要因素。由此看来用半导体引燃极的供电迴路与阴极电抗器相并列并不是很理想的,因为在这种条件下是降低了自由重复引燃的可能性。所以在阴极辉点消失之后欲使其恢复的问题,只有依靠于强制重复引燃迴路了。但由半导体引燃极并不十分可靠,所以这一问题还难以得到圆满解决。自由重复引燃的可能性一发生降低就使工作电弧开始点燃得很不稳定。

由于半导体引燃极具有上述的缺陷,所以把它用于强制重复引燃的线路中是没有多大前途的。

由于有其他的一些无惯性激励阴极辉点的方法,所以对于强制引燃多利用介质