

特高压电 器 論 文 集

[苏联] И. С. 阿龙諾維奇等著

科 学 技 術 出 版 社

譯 序

党和政府号召我們，要在今后十二年內在科学技術上达到国际先进水平。在高压电器方面，国际的先进技术水平究竟达到了什么地步呢？恰巧在苏联今年出版的“电”杂志上，从一月分起連續三期刊出了有关总述世界各国及苏联設計的 380/400 千伏高压电器論文共計六篇，正好滿足了一部分要求。研讀之余，覺得 400 千伏以及 380 千伏的电器，在世界上还投入运行不久，这一方面的知識，国内还没有較完整的介紹，上計論文六篇，还应当把它們翻譯出来，以供更多人的参考。

譯者水平所限，譯文錯誤之处在所难免，希望讀者不吝指正。

譯 者 1956.11.

目 录

譯序

380/400 千伏級隔离开关各种結構的概述	1
(И. С. 阿龙諾維奇 В. В. 古尔維奇)	
古比雪夫-莫斯科电力輸送用 400 千伏隔离开关	10
(И. С. 阿龙諾維奇)	
380/400 千伏断路器的結構	21
(Л. К. 格列涅尔 В. В. 阿范那西耶夫)	
400 千伏空气断路器隔离裝置灭弧能力研究	32
(Г. С. 普霍利斯基 С. В. 毕留科夫)	
特高压电流互感器 (275/400 千伏电流互感器結構概述)	43
(Н. И. 巴楚林 Л. К. 格列聶尔)	
古比雪夫-莫斯科輸电綫路用 400 千伏电流互感器	63
(А. И. 柯切諾夫 А. А. 尤季那)	

380/400 千伏級隔离开关 各种結構的概述*

И. С. 阿龙諾維奇 В. В. 古尔維奇

图 1 表明 380/400 千伏級隔离开关各种实际可能設計結構上的原則性的解决方案。象單柱、“刀式”等等需要專門一套配电裝置的隔离开关的方案,在这里就不加以研究了。

每一种設計結構方案(图 1)都有其固有的优点和缺点,选择那一种方案决定于对隔离开关的一系列的要求。其中最主要的是:額定电流值;要保証能在冰結成一定厚度时的結冰条件下工作;規定风速的影响;导綫拉力的大小等等。

据大家所知道的,在 380/400 千伏級隔离开关的实际結構中,已实际应用的設計結構,有如下的一些方案:方案 а—瑞典公司 ASEA (图 2) 的隔离开关和瑞士公司 BBC (图 3) 的隔离开关;方案 б—法国公司 Delle 的隔离开关(图 4);方案 в—从前属于 AEG 的德国 TRO 工厂的隔离开关(图 5);方案 д—美国 R & I 公司的隔离开关(图 6);方案 е—美国 Delta & Star 公司的隔离开关;方案 и—电器工厂的隔离开关(图 7)。

按方案 а 所制造的隔离开关,結構比較簡單,并且只有兩柱絕緣子。可是它們具有下述独有的本質上的缺点:在合閘和分閘时所产生的接触压力,特别是冰层破裂时所产生的应力,对絕緣柱子的底部力偶臂作用很大,引起了很大的弯曲力矩。由于具有联接

* И. С. Аронович и В. В. Гурвич: Электричество, 60-64, № 1, 1956.

导綫用的旋轉端接或轉动絕緣子柱时(端接不动)导綫受到扭轉,也都是缺点。

按方案6制造的隔离开关具有三柱絕緣子;但是它們跟方案a一样,有同样的本能上的主要缺点。可是比起方案a来,它却具

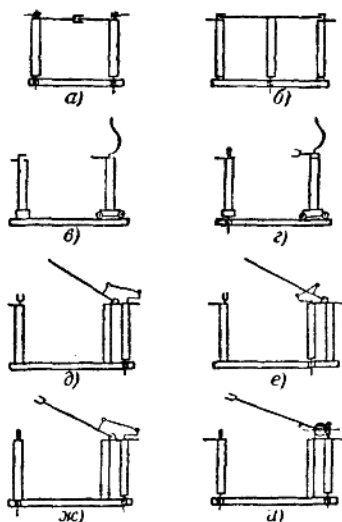


图1. 330-400 千伏級隔离开关的各种不同实际可能
設計結構上的原則性的解決方案

a—臥式轉动型, 两根由瓷絕緣子所組成的轉动柱, 在每柱的端上有兩把“半刀閘”和一个断开触头; б—臥式轉动型, 三柱絕緣子, 其中兩柱是固定不动的, 中間的一柱(連刀閘)是轉动的; в—滾动型, 兩柱絕緣子, 一柱固定不动, 一柱是滾动的; г—滾动型, 兩柱絕緣子, 其中一柱是滾动的, 另一柱是轉动的(以便使断开触头自楔子內脫出); д—垂直刀型, 三柱絕緣子, 其中兩柱固定不动, 第三柱(边上)是轉动的, 通过杠杆機構將联合运动傳至刀閘: 在垂直平面內旋轉, 并且繞着刀閘本身的軸旋轉; е—与 д 同, 但轉动的柱是中間的一柱; ж—垂直刀型, 三柱絕緣子, 其中一柱是固定不动的, 兩柱是轉动的——一柱借助于杠杆機構使刀閘在垂直平面內旋轉, 第二柱用以使断开触头自楔子內脫出; и—同 ж, 但刀閘機構是鑄杆形的。

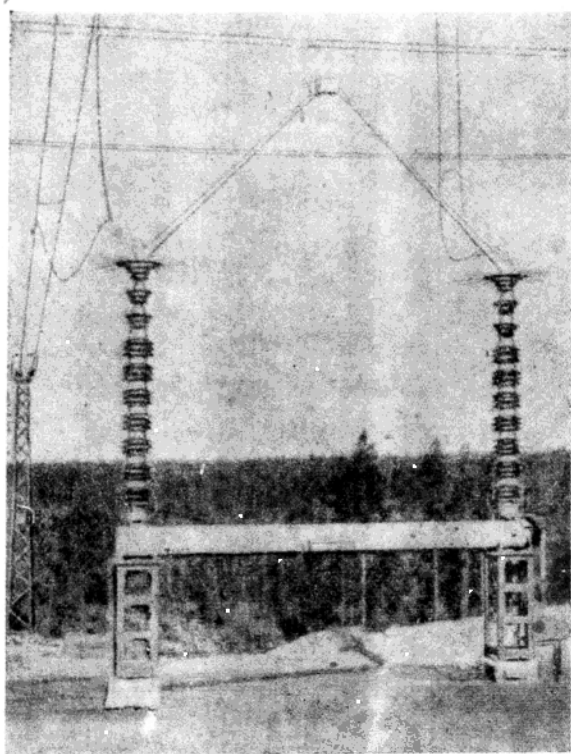


图 2. ASEA 公司的隔离开关

有这样的一个优点: 导綫是联接到固定的端接上去的。

按方案 B 制造的隔离开关, 具有簡單的导电系統和接触系統; 此外, 应用这一种結構可以大大地节约配电设备的裝置面积——主要是由于极間距离縮小了。可是, 象方案 a 和 b 一样, 絕緣子柱也經受着由于触头的应力和冰层的破裂而产生的巨大的弯曲力矩。按方案 r 制造的隔离开关, 可以消除这一种缺点。

按方案 d 和 e 制造的隔离开关應該認為是有同等价值的。由于刀閘的联合运动, 絕緣子柱就不会受到弯曲, 但是, 这里沒有計

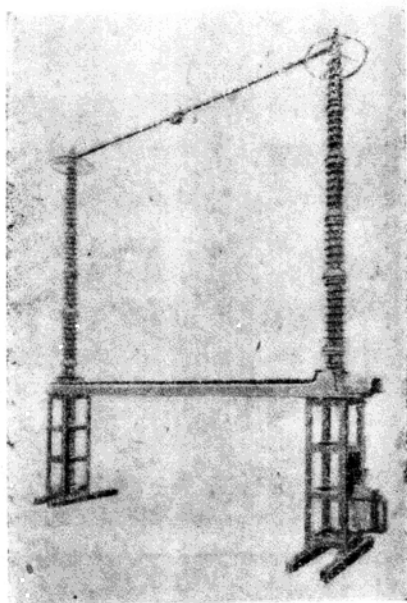


图3. BBC公司的隔离开关

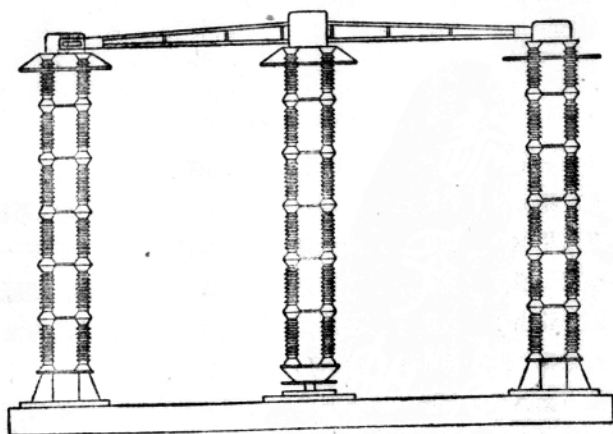


图4. Delle公司的隔离开关

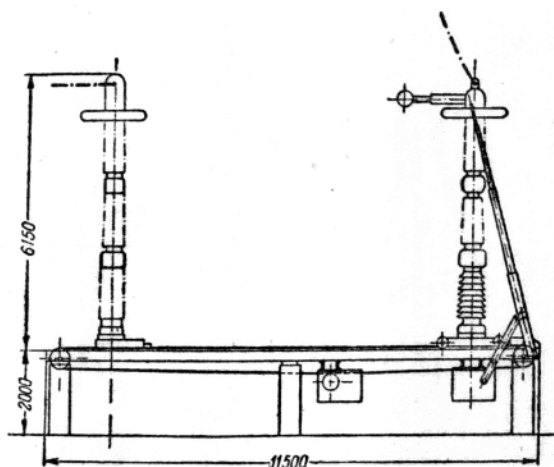


图 5. TRO 工厂的隔离开关

入风的負荷和导綫的拉力。这一类隔离开关的缺点是：由于冰凍因而刀閘機構的防护性低，以及在触头断开时必需利用長的导电管（刀閘）傳送旋轉力矩来破裂冰层。此外，若在分断触头上产生了冰“桥”，要在分閘时破坏冰块是不可能的。

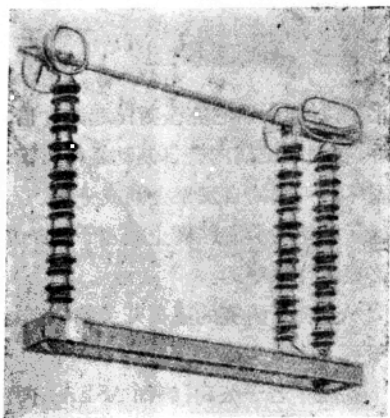


图 6. R & I 公司的隔离开关

方案 ж 和 и 在原理上是有同等价值的；并且一样可以保证在正常工作时以及在結冰时絕緣柱不受弯曲应力。可是，按方案 и 制造时，刀閘的机构

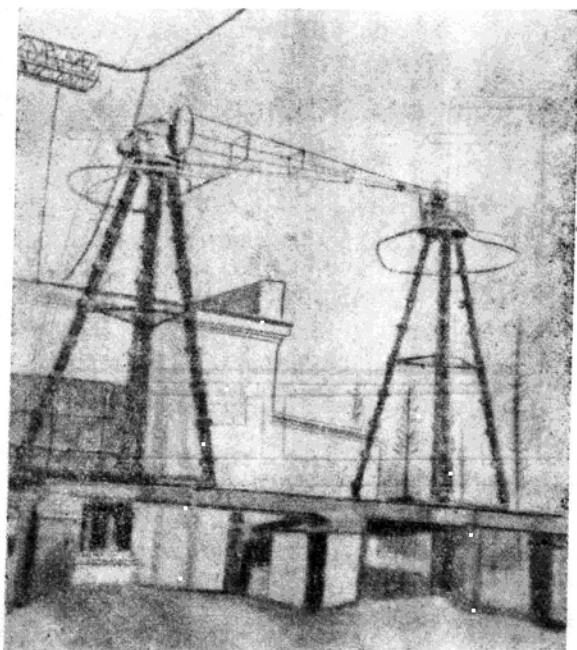


图 7. 电器工厂的隔离开关

簡化了;并便于將它完全封閉起来,借以防止生污的积集与冰凍。此外,在刀閘机构內有自制动蜗杆齿輪,可以避免在轉动着的絕緣子損坏时刀閘的自发性合閘或分閘。方案 ж 和 и 的缺点是:轉动絕緣子柱傳动裝置結構上的若干复杂性,这些結構是保證隔离开关必要工作順序的。

从上面所研究的隔离开关的个别結構上的一些特点中,可注意下列几点:

基座 若干公司(例如 ASEA)不用槽鋼而是用直徑較大的鋼管來做成基座的,因为用这样的基座在遇到扭轉情形時也能比較好地工作。

絕緣子 多数公司采用由裝脚絕緣子所組成的絕緣子柱。

TRO 工厂所制的隔离开关，其絕緣子柱系由三只空心的絕緣子（內充以氮）疊成。电器工厂出品隔离开关的絕緣子，是由三根傾斜的絕緣子柱造成三腳的形式，每一柱由八只心柱式絕緣子組成（实心的）。此外，同样結構的第四根中心柱是轉动的，并且可以当軸用。因此，这一方案在設計上的体现，其絕緣子的布置，是与它的方案的說明有所不同的。

刀閘 大多数額定电流在 1,200 安及以下的結構是采用一根銅管形的刀閘。Delle 公司和电器工厂的設計是采用橫梁形式的刀閘。电器工厂特別把这一种刀閘結構应用在大的額定电流——2,000 安——的結構內。

接触部分 在外国公司的設計內，广泛地采用由鉍青銅所制成的接触部分。鉍青銅既是很好的导电材料，又是彈性材料；同时它又具有很好的防腐性能。

屏蔽 照例，都用由管子弯成的环当作屏蔽，以均衡絕緣子柱各元件的电压分布，并提高电暈电压。ASEA 公司則采用电暈电极。

操作机械 所有上列隔离开关，其每一极都具有單独的电动机或手动傳动裝置。

絕緣水平 依照瑞士动力系統的要求，ASEA 和 BBC 所制造的隔离开关，每一种都作出了两种方案：

(1) 冲击試驗电压(全波) 1,775 千伏和(2) 1,500 千伏。图 2 所示为 ASEA 公司按第一种方案所制造的隔离开关，冲击电压为 1,775 千伏。应注意的是：向上弯曲的刀閘。正如公司說明書內所指出的，这些刀閘与具有直綫形刀閘的隔离开关相比較，极間距离可以大大縮短。

該公司按第二种方案制造的隔离开关(冲击电压 1,500 千伏)是采用直綫形刀閘的。

电器工厂的隔离开关是依照技术条件上所規定的冲击試驗电压为 1,500 千伏来設計的。TRO 工厂的隔离开关，其冲击强度介

于 1,500 和 1,775 千伏之間。

結構相同的隔离开关的交流 50 周試驗电压如下:

制 造 厂	試驗电压, 千伏
ASEA 和 BBC (按第一种方案制造)	976
ASEA 和 BBC (按第二种方案制造)	825
TRO 工厂	900
电器工厂	850

一般特性 ASEA 和 BBC 公司所出品的隔离开关,其特点为結構簡單;并且价格比較便宜,运输和安裝亦簡便。但是,它們的額定电流相当小(1,000~1,200 安),破坏負荷值比較低(BBC 的隔离开关为 400 公斤;ASEA 的隔离开关沒有数据)等等,都使得这些隔离开关不适用于繁重的工作条件。它們属于輕型隔离开关。从这一方面看来,TRO 工厂的隔离开关可以作为中型隔离开关的代表,因为它的絕緣子具有 1,000 公斤的破坏負荷。

电器工厂的隔离开关是按技术条件設計的。技术条件內所規定的运行条件是很严格的:(1)額定电流为 2,000 安;(2)絕緣子的破坏負荷約为 1,750 公斤;(3)要在冰层为 10 公厘时合閘与分閘;(4)联接导綫的拉力約为 400 公斤。并且要求:如遇組成支持結構的瓷質元件之一损坏时,电器或其若干部件应不致跌落;并不应发生自发性的合閘与分閘。因此,POH3-400 型隔离开关可以属于重型,只要增加它的重量和使用价值即可。

可以設想:如果在苏联,除 400 千伏重型隔离开关外,也需要相当大的数量用来在較輕便工作条件下的隔离开关的話,那末,与 POH3-400 型隔离开关一起,同时創造和制造一些輕型系列的隔离开关,例如臥式轉動型,似乎是經濟而合适的。这样做对于現在所出产的較低电压(35~220 千伏)的隔离开关來說也同样是正确的。它們也可說是一种重型結構的形式。对于这一类电压來講,研究同时生产輕型系列的隔离开关是否适宜的問題是有理由的。

下表引列几种型式 380/400 千伏隔离开关的主要技术数据。

各种不同的 380/400 千伏隔离开关的技术数据比较表

参数与设计特点	制 造 厂			
	ASEA	BBC	电器工厂	TRO 工厂①
额定电流, 安	1,200	1,000	2,000	1,200
最大通过电流, 千安	—	60	35①	30
10 秒钟稳定电流, 千安	—	11	10①	8
50 周试验电压, 千伏	976	976	850	900
第二方案	825	825	1,150②	1,340②
冲击试验电压 (全波), 千伏	1,775	1,775	1,500③	—
第二方案	1,500	1,500		
绝缘子的型式	十只装脚绝缘子所组成的柱	五只芯柱型绝缘子所组成的柱	由绝缘子柱所组成的三脚架, 每一绝缘子柱由八只芯柱型绝缘子所组成	由二只正体的绝缘子所组成的柱, 每只绝缘子内注以氩
全套支持绝缘子的破坏负荷, 公斤	—	400	1,750~2,000	1,000
同极支持绝缘子轴间的距离, 公厘	6,000	—	5,200	7,600
同柱内绝缘子均衡电压用装置	径间心柱, 分布在周围	螺旋型金属线所组成的直径较小的环	ϕ 2,500 公厘的环	ϕ 1,500 公厘的环
机架结构	直径较大的管子	槽钢连外罩	由槽钢组成	由槽钢组成
干闪络电压, 千伏	—	—	950	990

①数字符合技术条件。POH3—400 型隔离开关的真正稳定性表征在较高的最大通过电流和热稳定电流。②断开触头间。③假定数据与 BBC 公司的冲击试验耐压值相符。④现在的 AEG。

(译自苏联“电”杂志 1956 年第 1 期)

古比雪夫-莫斯科电力輸送用

400 千伏隔离开关*

И. С. 阿龙諾維奇

引 言

400 千伏(ПОНЗ-400 型)隔离开关結構的創制和与此工作有关的研究工作,是在 1950~1953 年进行的。根据各种可能的結構方案研究^①,并考虑技术条件的各项要求,我們选择并創制了垂直-刀型两柱三脚式支持絕緣子的隔离开关。

400 千伏隔离开关的技术条件包括一系列的要求。这些要求对以前制造的一些一般用于 220 千伏及以下的隔离开关来講是不同的。这些要求是:(1)高的額定电流值——2,000 安;(2)高机械强度的支持絕緣子,在强度的安全系数等于 3,同时风力以 25 公尺/秒的速度作用于电器时,用以保証联至隔离开关的导綫張力約为 400 公斤;(3)如遇瓷質絕緣主件之一损坏时,隔离开关或其部件不应掉下,并且隔离开关也不应自发的合閘和分閘。

其他在某种程度上影响隔离开关結構的各项要求为:

(1)隔离开关各极应容許从电器的任一側裝設接地綫或同时裝設两根接地綫(希望接地綫不要超出主电器的外形尺寸)。(2)隔离开关的各极与每一根地綫由其各自單独的交流 380 伏电动机傳

* И. С. Аронович: Электричество, 36~41, №1, 1956.

① 見本書第 1 頁“380/400 千伏級隔离开关各种結構概述”一文。

动裝置所控制,該傳动裝置也可进行手动控制。用电动机控制时,主刀開合閘或分閘的整个操作時間不应超过 30 秒。在另一方面,傳动機構应当符合特种技术条件。(3)絕緣水平应符合表 1 內所列試驗电压值。(4)在凍結成厚度为 10 公厘的冰层时,隔离开关应仍能操作(合閘或分閘)。

表 1

电 压		工业频率 50 周 有效电压, 千伏	冲击电压, 千伏	
			全 波 1.5~40 微秒	截 波 2 微秒
試驗电压	对 地	850	1,500	1,800
	断开触头間	1,150	1,900	—
湿閃絡电压	对 地	700	—	—

POH3-400 型隔离开关的結構設計系在若干科学研究組織的参加之下,由电器工厂所創制的。以列宁命名的全苏电工学院会同工厂設計了絕緣子;并且参加了隔离开关試制样品的試驗。以加里宁命名的列宁格勒綜合工艺学院(电器制造、高压工程、机器和机械教研組、摩擦与滑潤實驗室)用諮詢的方式帮助工厂,并且参加隔离开关絕緣子的研究工作。直流电流研究所进行了隔离开关样品的高压試驗;并且会同工厂完成了有关选择絕緣子屏蔽环的研究工作。热力发电設計局草拟了电动机傳动裝置的技术条件,并且明确了电动机的控制系统图。重工业設計局对工厂进行了协助;并且在草拟傳动裝置二次換接的图样时加以顧問。

隔离开关的結構

結構說明是針對隔离开关的一极而作的。隔离开关的一极是一个独立的电器(三极一組的,每一极在結構上都是相同的)。

隔离开关(图 1)系按垂直-刀型制造,每一极有两只支持絕緣子。每一支持絕緣子(三脚)由三只傾斜的絕緣子柱組成,每一只

絕緣子柱又由八只体积龐大的实心的心柱式絕緣子所組成。

該隔離開关的突出的特点是接触系統和断路刀閘移动機構的

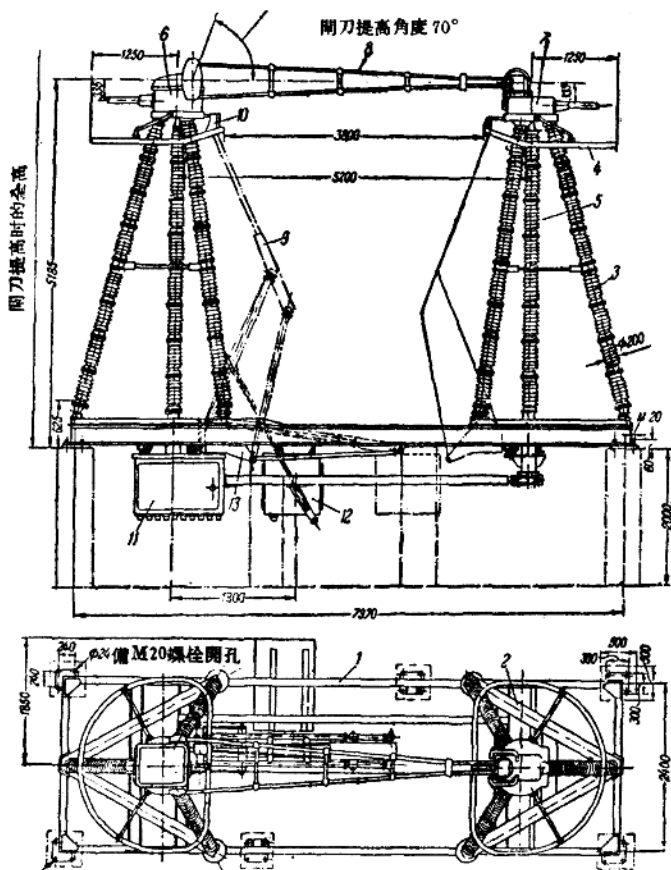


图 1. POH3—400 型隔離開关的单极

1—單极的支架；2—絕緣子的支架；3—支架絕緣子；4—屏蔽环；5—轉动絕緣子；6—連刀閘機構的端錢盒；7—連轉动触头機構的端錢盒；8—刀閘；9—接地器；10—接地器的触头；11—ПДН-400 傳动裝置；12—ПДН3-400 傳动裝置；13—接地螺絲。

設置: 当合閘时, 刀閘进入水平位置, 由刀閘本身的端接自由地包住靜触头(制成扁平而体积龐大的轉动零件的形式——“刀片”), 此时还没有完成最后的合閘。此后, 刀片复繞垂直軸旋轉 90° 角, 楔入刀閘的接触元件并压紧接触彈簧, 这样保證了隔离开关的完全合閘。分閘时, 隔离开关部件的移动程序恰巧相反: 刀片首先轉动, 然后才把从接触元件的压力下釋放出来的刀閘自由地提高至需要的角度, 达到必要的絕緣間隙。

刀閘的移动机构裝有蠅杆式的制动齿輪, 刀片的轉动机构則有傳动比很大的杠杆式減速器。瓷質轉动柱-軸是用来使任一种机构(它們是相应地被固定在隔离开关一极的第一和第二支持絕緣子上的)动作的。瓷質轉动柱-軸垂直放置在两个支持絕緣子(三脚式)的每一个的中間。

上述隔离开关的工作原理具有下列优点:

1. 由于具有蠅杆式齿輪(在刀閘机构內), 可以避免在刀閘机构的瓷軸(轉动的瓷柱)损坏时刀閘的自发性合閘。
2. 在触头和触头轉动机构的裝置內, 容許采用強力接触彈簧, 用以提高触头使用的可靠性。触头和触头轉动机构的裝置还可保証冰凍时在触头上所形成的冰壳的破裂。
3. 两轉动柱子的瓷料實質上是沒有机械負荷的。

由把隔离开关的各部分联系成一个系統的傳动裝置来保証隔离开关运行所要求的移动程序。

隔离开关的每一极固定在金属机架上。金属机架上同样也固定有接地綫和电动机傳动裝置。机架又位于高約2公尺的支持柱上。

隔离开关一极的主要尺寸为: 長約8公尺, 寬約2.5公尺与高約5公尺(支持柱不計在內); 刀閘断开时的高約10公尺。

使刀閘和相应的刀片的机构轉动的轉动絕緣子, 是三脚式的, 三脚是由八只同型絕緣子所組成。轉动絕緣子用其本身的下部法蘭固定在軸承上。軸承加固在絕緣子的机架上, 其上部法蘭則与

联结器相接,联结器位置在相应机构(刀闸或触头的)的轴上。

如遇三脚元件中之一损坏时,转动绝缘子就承担支持绝缘子上受到的总负荷中的一部分。

隔离开关的刀闸由被钢带联成横梁的四根铜管所组成。刀闸的自由端固定着端接,端接内安放接触弹簧。刀闸与刀片接触处(在刀闸的管子上和刀片上)焊有银片,以保证接触联接的稳定性和可靠性。

接地器放在极的附近,在支持绝缘子间的空间内。接地器应偏向极轴线的旁边,使在遇到要装置两个接地器时,可以将它们互相平行地并排放置。

接地器采取折叠式杠杆-铰链结构的“比例图画器”形式。它的刀闸在合闸过程中完成“潜入”运动;此时,接地器的各环节距离对面绝缘子的端线盒(屏蔽环)很远。杠杆铰链结构的铰链用软联接来予以分路。

接地器的固定接头紧固在绝缘子的屏蔽环上,并且用铜导电体使与隔离开关的导电系统相接。接地器的固定接头是上面和旁边都被封闭起来的盒子,盒内有接触片和接触弹簧。

表 2 引列 400 千伏隔离开关的技术数据。

表 2

型 号	额定电压 千伏	最大工作 电压, 千伏	额定电 流,安	容许短路电流,千安		
				通过最大短路电流 振幅值	有效值	10秒 热稳定 电流
POH-400(无接地器) POH3-400(一只接地器) POH3-400(二只接地器)	400	420	2,000	35	20	10
接 地 器	—	—	500	35	20	10

隔离开关的传动装置 正确控制隔离开关的传动装置(符号: ПДН-400)直接紧固在驱动隔离开关的刀闸的转动绝缘子下面。接地器的传动装置(符号: ПДН3-400)排列在转动绝缘子