

閃型避雷器常見故障的試驗分析

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

(高壓測量及試驗技術年會論文)

新發重工業中心試驗所

1964年10月

內 容 提 要

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

本文是對我區某工程所需 1 及 3 只，35KV 及 110KV 閘型
避雷器試驗修理的總結，通過這次試驗和修理發現廣順電瓷廠 19
59—1960 年生產的 PBC-110 型避雷器和西安電瓷廠 1960 年
生產的 D-35 型避雷器製造質量較差，存在問題較多。文中敘
述了避雷器試驗方法是否正確對試驗結果的影響、避雷器常見故
障的試驗及分析判斷、避雷器常見故障的現場修理方法，可供有
關電力生產現場參考。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆

據調查到目前為止，我區一些電力生產現場在作避雷器試驗時還缺乏正確的方法，本文通過對110只PBC-110型避雷器和3只D-35型避雷器的試驗證明避雷器的表面情況如潮濕、脏污等對絕緣電阻的測定影響很大，試驗前若不擦淨避雷器的表面，將會得出錯誤的結果。在測定電導電流時必須在高压側測定直流電壓，可使用靜電電壓表或經過校驗的炭膜電阻串微安表組成的高压直流電壓表，並可使用本文介紹的球隙測量法。

這批避雷器質量差，有44只避雷器存在內部元件組裝不好，震動有响声，並聯電阻斷裂，掉入異物，閘片受潮變質等缺陷而必須修理。

總只數123只的35.7%。通過修理消除了這些缺陷，經過電氣試驗和外部檢查，完全符合規程要求。現場修復故障避雷器是可行的辦法，這對我區一些力遠地區更為需要。

一、閃型避雷器試驗方法對試驗結果的影響：

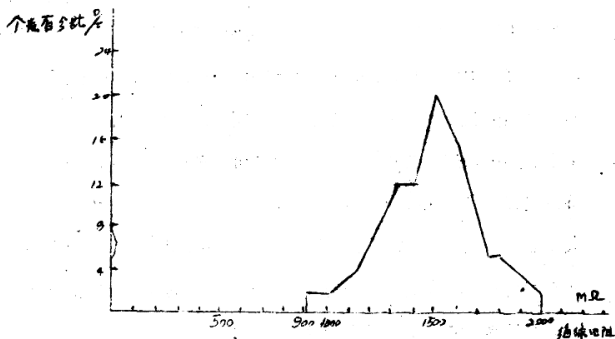
1. 絕緣由閃受避雷器表面情況的影響：測定絕緣電阻是對避雷器的初步檢查。方法簡單，可以較快的發現避雷器絕緣的劣化。但是從表一，表二中對96只PBC-110型避雷器的試驗結果可以看出，避雷器的表面情況對測定的絕緣電阻值影響很大，其值相差高者達300倍，小者亦達2倍。表一是避雷器套管表面未經擦拭時測得的，表二是擦淨以後測得值。在表一中#56以前的避雷器是在頭一天測的，濕度較大，#57以後的避雷器是第二天測的，當時濕度較小，濕度不同結果亦有差別。其絕緣電阻值隨着表面潮濕、脏污的程度不同而變化。以其
中58只良好的避雷器進行統計如下表：

絕緣電阻 (MΩ)	900	980	1000	1100	1200
避雷器个数	1	1	1	2	4
所佔%	1.725	1.725	1.725	3.45	6.9

絕緣電阻 (MΩ)	1250	1300	1400	1500	1600
避雷器个数	5	7	7	12	9
所佔%	8.6	12.1	12.1	20.7	15.5

絕緣電阻 (MΩ)	1750	1800	1900	2000	
避雷器个数	3	3	2	1	
所佔%	5.17	5.17	3.45	1.725	

按表繪出統計曲綫見圖：



該曲綫为我所對 58 只良好的未投入运行的 PBC-110 型避雷器進行試驗所獲得其絕緣电阻統計曲綫。

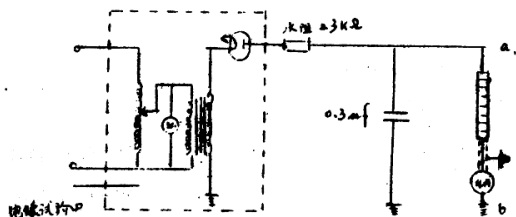
所用儀器 ZC-7 型 <2500 伏> 溫度為 16°C

表面情況對避雷器的絕緣电阻影响很大，因此試驗前應擦淨避雷器的表面，以便得到正確的結果。

2 电导电流試驗： 要獲得正確的結果，除了試驗接線應正確外，從表一、表二可看出表面情況對电导电流試驗有很大的影响。例如當外加直流电压為 12KV 時，各避雷器电导电流數值，在試驗前後結果最大相差 1.3 倍左右。

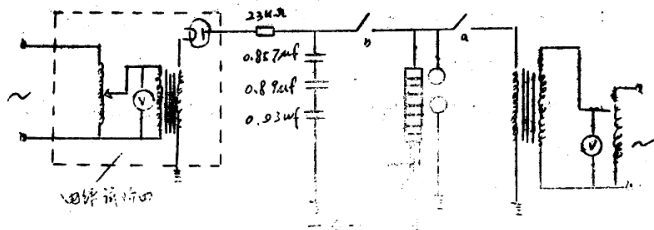
是否正確測量直流电压對試驗結果的正確性亦有很大影响，因此

對如圖所示接線進行試驗，當在 a、b 兩點直接實測電壓為 12KV 和 24KV 時，用低壓側換算法測量相同的電壓，由於電纜試驗器本身



(包括 P·T·整流管) 壓降的影響，則分別相當於 14KV、28.6KV，表一中因直流電壓是用低壓側換算法測量的，實際電壓小於 12KV 和 24KV，所以其電導電流數據小於實測 12KV 和 24KV 的電導電流。

為了獲得正確的試驗結果必須在高压側直接測量直流電壓，其測量方法可使用靜電電壓表或經過靜電電壓表校驗過的簡易測量裝置(以串聯炭膜電阻和微安表組成直流電壓表)進行測量。我們試用了以球隙測量直流電壓，其線路圖如下：



先用交流电压使球隙調整到 24 KV，然後用球隙來測量直流高压，用相同方法測量 12 KV。試驗証明：在無靜電电压的情况下，用球隙法測量高压直流电压是可行的。

二、腕型避雷器常見故障及修理方法：

1. 腕型避雷器常見故障：

通过對 110 只 PBC-110 型避雷器和 13 只 D-35 型避雷器的电气試驗和外部檢查，其結果如表三、表四所述；在 PBC-110 型避雷器中有 34 只存在問題需要修理，佔總數的 32.4%，在 13 只 LD-35 型避雷器中有 7 只电气試驗合格，但內部有响声，3 只絕緣电阻为无限大。电气試驗不合格。兩種避雷器共計 44 节不合格；經過檢查，內有：

(1) 彈簧压力不夠或組裝不好而使避雷器內部元件固定不牢，雖然电气試驗合格，但搖動有响声者有 20 只，佔不合格總只數 45.5%。

(2) 並聯电阻斷裂其絕緣电阻为 ∞ ，或高阻值电导电流甚小者有 1 节，佔總數 22.7%。

(3) 頂蓋小孔鎖釘脫落，嚴重受潮，金屬零件生鏽，串阻閘片成粉狀而不能修復，其絕緣电阻为零，电导电流过大，需重新組裝內部元件者 2 只，佔 4.55%。

(4) 其他如內部元件接觸不好、掉入異物，短路鋼條脫落者 12 只，佔 27.3%。

存在以上故障的原因主要是这几批閘型避雷器制閘質量不良。如密封不好而使由阻片受潮變質；彈簧壓力不夠或細絲不好，使避雷器內部元件固定不牢，或者是插入異物如錫絲。運轉保管不善也是個主要原因，如造成非聯電阻斷裂、內部元件松動、瓷套管碰傷等。

2 閘型避雷器的修理：

(1) 閘型避雷器的修理需要在清潔、干燥、溫度能保持在 10°C 以上的室內進行，防止阻片受潮。同時避雷器要擦干淨。

(2) 對需要修理的避雷器要進行編號，為便於重新組裝，避雷器的頂蓋與法蘭盤應作上記號。

(3) 用搬手將頂蓋螺絲，若頂蓋與法蘭盤粘結牢固時，可從頂蓋與法蘭盤間隙間將其撬開，但要防止頂蓋受彈力而跳出。

(4) 用手用一對勾狀細鐵絲將各元件勾出，按取出順序編上號，然後逐個檢查各元件，仔細清掃避雷器瓷套內部，取出落入的異物。

(5) 根據檢查的結果更換嚴重受潮變質的瓷片，斷裂的非聯電阻、嚴重受潮生鏽的金屬元件、更換斷裂的短路鋼條、更換滴用的彈簧等。更換時要細心，防止損壞元件、切勿碰上油污或油類。

(6) 按原編號重新組裝各元件，若組裝後元件仍有松動時，可增加一片短路瓷片。

(7) 組裝好後試將頂蓋用螺釘固定在法蘭盤上，搖動避雷器瓷套，若瓷套內還有响声時，需重新檢查各元件是否緊固，瓷套是否還有異物。

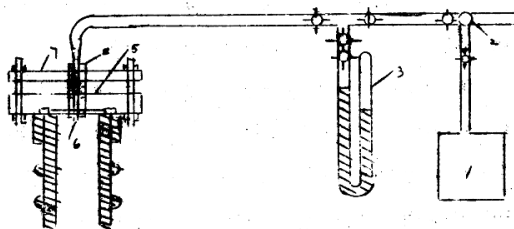
(8) 頂蓋下橡皮墊圈變形嚴重或損壞時需更換。密封時可將瓷套管

接觸部分刷瀝青漆或漆一次(如5013網線漆)橡皮墊圈上亦刷上漆然後放上頂蓋用螺釘緊固。待漆稍干後，作密封性試驗。

(9) 修理中需要的各元件可向製造廠訂購，亦可從同地的其他閥型避雷器中選取。

3. 避雷器的密封試驗：

關於避雷器的密封試驗的具體方法在一般資料中已有介紹，所用設備如下圖所示：



- 1 > 真空油泵， 2 > 三通考克
- 3 > 水銀柱气压表， 4 > 端头管端
- 5 > 橡皮墊 6 > 避雷器頂蓋上的小孔
- 7 > 將管嘴压紧于避雷器頂蓋上的平板

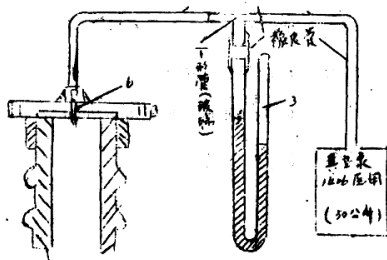
我們在這套密封設備組裝過程中，感到主要是密封問題，經過多次摸索改進，最後採用現在的方法如下圖：

我所使用的檢查避雷器

密封的零件圖

3 > 水銀柱气压表
0 ~ 600 mm

6 > 医用釘头



为了密封良好，在玻璃管与橡皮管聯接的地方，先在玻璃管上塗凡士林一層，在外面封上液体石蜡，待石蜡凝固後再塗一層凡士林。在避雷器頂蓋上的小孔与医用釘头聯接处，用液体石蜡密封，外再塗一層凡士林。三通管可以作普通的鉄夹(2—3只)以压紧橡皮管。

該套設備本身还有較輕微的漏气，對PBC-110型和PBC-35型避雷器由于体积较大，設備本身漏气輕微，可以忽略不計，在試驗中，效果良好。但對PBI型避雷器，由于体积小，設備本身漏气則對試驗影响很大。难以达到要求，對接头密封及設備本身需進一步改進。

表三

PBC-110 形游臂器的試驗合格情况

編號	電 氣 試 驗					外觀檢查 情 况	拆開後檢查情况	修理方法要點
	絕緣电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)					
	試 前	試 後	12KV	24KV	非线性 系 数			
05	1500	1500	64	48	0.341	搖動有聲	彈簧压力不夠	增加一個迴路片
05	1400	1400	70	475	0.361	"	"	調換一個較厚的迴路片,並調換一個压力大的彈簧。
08	1600	1450	62	420	0.362	"	"	調換彈簧
09	1100	1100	85	502	0.390	"	"	外加一個銅片。
16	1500	1400	67	450	0.363	"	"	調換彈簧
27	1600	1500	68	469	0.359	"	"	調換彈簧,並調換一個迴路片加厚。
36	1300	1200	86	515	0.388	"	在 6 火花間隙內插入瓷土與片, 在 3 非靜電电阻与局部或聯系處磨刮瓷片脫落, 在 4 火花間隙接管沒收。	經過磨擦並換掉元件
56	1000	1700	60	425	0.354	"	內部調整一個螺釘,迴路彈簧的銷條已鬆開, 在 6 非靜電电阻与局部或聯系處磨刮瓷片脫落。	調換彈簧,並磨擦。
44	1000	950	86	490	0.398	"	上下端均用彈簧,組裝時未安裝好。	取消下端彈簧,用兩個迴路片來代替。
56	2800	2000	67	462	0.359	"	彈簧压力不夠	調換彈簧。
72	1500	1400	75	492	0.369	"	"	增加一個迴路片。
20	1500	1300	83	592	0.353	"	"	取消一個彈簧用二個迴路片代替。
74	1200	1500	72	423	0.361	"	上、下彈簧未安裝好	調換彈簧。
93	1300	1300	75	478	0.374	"	彈簧压力不夠	"
94	1300	1200	90	550	0.374	"	"	"
97	1200	1200	64	430	0.363	"	上、下端均用彈簧,組裝時未安裝好	取消下端彈簧,用二個迴路片來代替。
98	1500	1500	70	453	0.380	"	彈簧压力不夠	增加一個迴路片。
101	2000	2000	54	413	0.341	"	上、下端均用彈簧,組裝時未安裝好	取消下端彈簧,用二個迴路片來代替。

编 号	电 气 试 验				非线性 系数	外部地 表情况	拆开检修本情况	外理方法要点
	绝缘电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)					
	试 前	试 后	12KV	24KV				
109	1900	1900	58	420	0.350		弹簧托道路片	弹簧上并齐道路片，并增加道路伐片一个。
107	1800	1800	68	437	0.372			检修后清除。
25	0	0	>1000				顶端上有小孔的绝缘脱落，严重受潮，金属零件均生锈，绝缘纸成糊状，每只避雷器均有三只并联电阻断裂，电阻伐片成碎片状	
39	0	0	>1000					
12	∞	∞	42	410		有响声	*6 并联电阻断裂。	调换并联电阻（与原有并联电阻，相差小于0.03）
19	4000	4000	64	335			*3 火花间隙与并联电阻连接良好，有所位移。	检修使其接合好。
26	∞	∞	0	60			*6 并联电阻断裂。	调换并联电阻，（α相差大于0.035）
34	∞	∞	5	62		有响声	*5 并联电阻有卸穿处脱开。	检修接合格。
47	∞	∞	0	92			*6 *3 并联电阻断裂。	调换并联电阻（α相差大于0.035）
48	∞	∞	0	250			*1 并联电阻断裂。	
75	1800	∞	60	390			*3 并联电阻在卸穿处有断裂，但未脱开	
95	∞	∞	0	275		有响声	*1 并联电阻断裂。	
100	∞	∞	0	80			*1 并联电阻断裂。	
104	∞	∞	0					
108	∞	∞	20	300			*2 并联电阻断裂。	
110	∞	∞	0	190			*5 并联电阻绝缘体外部受潮	

以上检修过的避雷器均经受潮试验，试验在40.0%含水量以上且小时不变。

以上检修过的避雷器均经耐压试验，试验在400%水浸柱以上两小时不爆。

表四

LD-35 型避雷器試驗和檢修情況

室溫 14b-17b

編號	電 氣 試 驗					外部檢查 情 況	拆 開 後 檢 查 情 況	處 理 方 法 要 點
	絕緣電阻(MΩ)		電導電流(μA)		非 線 性 系 數			
	試 前	試 後	8KV	16KV				
01	370	360	88	503	0.377	有响声	上彈簧短路鋼條斷了，內掉有大顆粒彈錫兩塊。	補上鋼條，取出彈錫。
04	310	400	88	508	0.371	"	上彈簧震動	更換彈簧後消除。
05	290	280	96	596	0.380	" "	上彈簧短路鋼條全開，內掉有大顆粒彈錫一塊。	压紧短路鋼條，取出彈錫
07	390	360	90	560	0.379	" "	上彈簧震動	更換彈簧後消除。
08	320	320	100	610	0.382	" "	"	"
10	520	510	66	478	0.350	" "	"	"
12	390	380	81	542	0.364	" "	內有大顆粒彈錫一塊。	更換整組鋼片，取出彈錫。
02	∞	∞	0	8		有响声	#4 非聯電阻斷裂	更換非聯電阻，Δ符合要求。
03	∞	∞	0	5		" "	#4 "	"
13	∞	∞	0	13		" "	上彈簧短路鋼條掉落。 #2 非聯電阻斷裂	压紧短路鋼條，更換非聯電阻，Δ符合要求

以上檢修過的避雷器均經密封試驗，真空在 4.9% 水銀柱以上兩小時不變。

表一

T-1.6°C

球 数	绝缘电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)		α
	试验前	试验后	12KV	24KV	
001	12	80	480	560	4.50
002	8.2	15	360	560	1.57
003	50	56	212	505	0.801
004	5以下	5以下	800以上		
006	90	90	142	405	0.366
007	360	310	80	360	0.470
008	62	70	192	442	0.325
011	13.5	28	240	450	1.11
013	180	180	108	328	0.625
014	15	28	860	660	3.82
016	56	60	205	502	0.775
017	40	45	270	540	0.598
020	5	21	270	565	0.24
021	110	110	130	392	0.627
022	36	42	220	500	0.953
023	5以下	5以下	900以上		
024	18	32	538	740	3.07
026	25	28	375	532	1.96
0.29	7	7.5	800以上		
030	90	110	155	450	0.65
032	23	30	398	690	1.26

表二

T-2.2°C

球 数	绝缘电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)		α
	试验前	试验后	12KV时	24KV时	
	1500	1400	80	530	0.366
	1500	1400	74	515	0.557
	1600	1500	64	488	0.341
	1500	1300	78	510	0.369
	1600	1500	66	434	0.359
	1600	1600	81	570	0.335
	1600	1450	62	420	0.362
	1800	1400	75	475	0.375
	1300	1250	73	482	0.367
	1400	1300	73	481	0.381
	1500	1350	73	490	0.364
	1500	1400	58	452	0.365
	980	900	80	498	0.379
	1400	1300	74	462	0.378
	1250	1200	70	436	0.367
	1600	1500	70	480	0.360
	1200	1200	75	480	0.372
	1800	1700	62	422	0.362
	1500	1100	84	484	0.395
	1300	1250	86	543	0.374
	2000	1900	68	504	0.346

表一

表二

號 數	網端電阻 (Ω)		申導電流 (μA)				網端電阻 (Ω)		申導電流 (μA)			
	試前	試後	12KV	24KV			試前	試後	12KV	24KV		
035	48	52	240	540	0.853		1400	1250	78	515	0.357	
035	38	56	265	522	0.02		1600	1500	65	453	0.357	
037	21	46	240	875	0.749		1000	900	100	562	0.402	
038	18	36	425	500	4.37		1800	1800	75	521	0.357	
040	18	95	232	390	2.15		1500	1500	71	450	0.375	
041	14	38	330	530	1.455		1600	1500	79	522	0.367	
042	16	40	332	438	2.51		2400	2200	58	430	0.346	
043	18	42	440	520	4.24		1900	1800	64	448	0.355	
045	21	43	578	530	4.06		1500	1400	72	458	0.374	
046	50	98	160	422	0.715		1500	1500	75	464	0.380	
048	150	170	110	346	0.607		1750	1700	62	441	0.353	
050	21	45	290	510	1.230		1600	1700	60	466	0.338	
051	11	45	285	510	1.19		1200	1200	82	505	0.381	
052	19	50	295	505	37.6		1900	1800	61	450	0.347	
053	56	58	256	554	0.895		1400	1300	76	490	0.372	
054	7.8	8.5	930	510			1300	1300	78	478	0.332	
056	15	23	585	680	4.70		1250	1200	31	540	0.365	
057	23	30	132	438	0.377		1400	1300	79	535	0.352	
058	120	120	130	388	0.635		1800	1500	67	456	0.361	
059	140	140	102	358	0.532		2000	1500	32	461	0.245	
060	170	170	115	392	0.366		1200	1200	81	550	0.338	
061	170	170	95	345	0.538		1500	1400	76	495	0.352	

试 数	绝缘电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)		α		绝缘电阻 (MΩ)		电导电流 (μA)		α	
	试前	试后	12KV	24KV			试前	试后	12KV	24KV		
062	55	80	155	445	0.70		1400	1400	70	464	0.366	
063	180	180	99	340	0.561		1200	1200	75	486	0.371	
064	25	27	412	635	1.6		2000	1900	55	422	0.340	
066	85	90	152	440	1.65		1250	1000	74	477	0.372	
067	50	55	210	555	0.714		1400	1300	78	514	0.367	
068	32	40	285	555	1.04		1300	1250	80	492	0.382	
069	140	170	120	350	0.648		1500	1400	63	461	0.362	
070	33	88	133	432	0.533		1100	1000	80	503	0.377	
071	220	230	80	340	0.442		1750	1700	71	503	0.354	
075	250	250	82	305	0.535		1300	1300	80	472	0.390	
077	510	550	70	280	0.50		1500	1500	72	483	0.361	
078	850	850	72	303	0.475		1250	1200	88	524	0.368	
079	550	550	55	240	0.475		1500	1500	64	421	0.368	
081	400	400	60	255	0.473		2000	1900	59	433	0.247	
082	220	220	75	275	0.54		2000	1800	64	442	0.556	
083	450	500	65	285	0.468		1500	1500	69	465	0.362	
084	550	500	75	376	0.43		900	900	24	510	0.384	
085	450	450	55	280	0.475		1300	1400	76	473	0.582	
086	80	100	150	422	0.67		1500	1700	65	510	0.345	
087	400	400	70	330	0.447		1500	1500	74	560	0.345	

號 數	絕緣電阻 (MΩ)		電導電流 (μA)			絕緣電阻 (MΩ)		電導電流 (μA)		
	試驗前	試驗後	12KV	24KV		試驗前	試驗後	12KV	24KV	
088	62	62	178	478	0.714	1600	1500	69	448	0.370
090	42	180	140	378	0.53	1600	1500	75	580	0.353
090	220	230	90	335	0.528	1350	1250	76	510	0.364
091	18	25	438	630	1.905	1100	1000	76	472	0.388
092	24	42	322	510	0.88	1000	1200	79	521	0.367
093	180	180	117	398	0.567	1750	1700	80	582	0.359