

电机車的保安設備

崔同生編

煤炭工業出版社

內 容 提 要

本書以苏式 ВКП-1 型 80 吨和日式設协型 85 吨电机車为主，叙述工業用电机車的保安設備——避雷器、感抗綫圈、高速遮断器、过負荷繼电器和可熔器等之構造和原理，并介紹了維護檢修的方法。可供电机車司机和机电工程技術人員参考。

546

电机車的保安設備

崔同生編

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第 084 号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

开本 78.7×109.2 公厘 * 印張 1 册 * 字數 33,000

1957 年 5 月北京第 1 版

1957 年 5 月北京第 1 次印刷

統一書号：T15035·123 印数：0,001—2,050 册 定价：(10)0.28 元

前 言

本書是撫順煤矿工人技术学校电机車教研組編的电机車構造和修理工艺学的一部分，是培訓电机車司机和修理工的教材。这个教材試用了一年多，我們覺得尚适合于培訓电机車司机和修理工用，特整理出来，以供各兄弟矿参考。在整理中，撫順矿务局运输部車輛厂何玉林、張桂桐及許多师傅提出了很多宝贵的意見；王荣昌同志帮助我們翻譯有关苏式机車的設備的部分，我們在此特表示謝意。我們技术水平很低，書中錯誤之处，請讀者随时提出，以便將來修正。

編者

目 录

前 言	
第一节 避雷器	3
第二节 感抗綫圈	16
第三节 高速遮断器	17
第四节 过負荷繼电器	37
第五节 熔断器和熔絲	47

第一节 避 雷 器

电机車上設置避雷器，主要是防止在架綫落雷时，車內受电設備的絕緣被过高的雷电电压击穿。利用避雷器的放电電極可以降低电压，電極間放电时形成的火花和大地閉合，完成通路，將过大的电流洩入大地。在过电压消失以后，避雷器又自动地切断續流，和大地絕緣，防止电流再向大地漏洩，以保証电机車設備的正常工作。

目前我国工業用电机車和电力客車上，最常用的避雷器有：閘型避雷器、鋁質避雷器、間隙避雷器和羊角型避雷器四种。現在我国自己能够制造的有 PBJ 型和 PBC 型的閘型避雷器，它的电气性能和規格完全采用苏联标准。目前普遍应用的有閘型避雷器和鋁質避雷器。下面詳細介紹一下閘型避雷器和鋁質避雷器的構造和作用原理。

一、PBJ-6 型 2 千伏封閉式閘型避雷器

PBJ-6 型 2 千伏封閉式閘型避雷器，是我国新近試制成功的。它的構造簡單，維護方便，成本低廉。它的性能不受季节变化的影响。

1. PBJ-6 型 2 千伏封閉式閘型避雷器的構造

这种型式避雷器的構造如圖 1，內部的主要元件有：黃銅制的火花間隙 1（也叫放电電極）和碳化矽制的电阻圓盤 2，还有云母墊 3、N 形彈簧 4、可熔片 5、彈簧托 6、

金屬擋板7、硬紙壳8、膠皮墊圈9、底蓋10、固定螺栓11等附屬零件。閥體為蘑菇形的瓷瓶12，瓷瓶的上部有防水木蓋13和用兩個螺帽14固定的一根螺栓15，電源綫端固定在這兩個螺帽的中間。螺栓的另一端是在瓷瓶內部，端頭為扁圓形的極鐵16，極鐵上部緊貼着一個橡皮墊圈17和瓷瓶口接觸，通過螺栓部分的瓶口灌有絕緣漆，防止潮氣

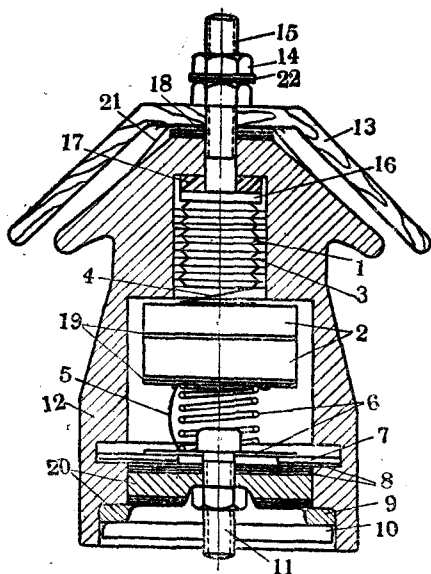


圖 1 PVL-6 型 2 千伏封閉式閥型避雷器

- 1—火花間隙；2—電阻圓盤；3—云母墊；4—N 形彈簧；5—可熔片；
6—彈簧托；7—金屬擋板；8—硬紙壳；9—膠皮墊圈；10—底蓋；11—
固定螺栓；12—瓷瓶；13—木蓋；14—螺帽；15—螺栓；16—極鐵；
17—橡皮墊；18—金屬墊圈；19—金屬墊片；20—絕緣漆；21—銘牌；
22—墊片。

侵入。

極鐵下部和串聯起來的火花間隙相接，每個火花間隙用云母墊圈或瓷板隔開。同下部火花間隙接觸的是一紅銅制N形彈簧，和火花間隙保持着緊密接觸，防止因熱漲冷縮、沖擊震動等原因引起的間隙過大。與N形彈簧下端接觸的是特殊的半導體電阻圓盤，這種半導體電阻圓盤有兩種：一種是賽利特盤（由特殊處理的金鋼砂、粘土和石墨製成）；另一種是威利特盤（由碳化矽、大粒砂和液體玻璃用壓加熱製成）。兩個電阻圓盤之間夾有一塊金屬墊片，火花間隙和電阻圓盤的數目隨額定電壓的大小而定，額定電壓高，火花間隙和電阻圓盤的數目就要增多。在額定電壓為2千伏的閘型避雷器內，一共有六副火花間隙和兩個電阻圓盤，在電阻圓盤的下部有一個彈簧托，彈簧托的兩托板間，連有一條紅銅制的可熔片，假如放電電流超過可熔片的熔點電流時，熔片便被燒斷，終斷了雷電的續流；同時因為正常電阻增加，避雷器也不能繼續使用，彈簧托的托板下端用兩塊金屬擋板和兩塊硬紙壳擋住，保持彈簧對電阻圓盤，火花間隙等元件的壓力（詳見圖1）。避雷器的底部用絕緣漆、膠皮墊圈、金屬底蓋等封閉，外面用螺帽緊固在彈簧托伸出的螺栓上，螺栓接在電源的負端，用導線連接在車棚的鐵皮上。

2. PBJ-6 型 2 千伏封閉式閘型避雷器的作用原理

這種避雷器中的電阻圓盤的特性，是在正常電壓（低於額定電壓2千伏）時電阻很大，電流不易通過避雷器去

接地；但当接入电压有变化时，它的电阻也随着变化，电压上昇时电阻下降，当架綫落雷时外加电压突然增高，电阻圓盤变成电的良导体，放电电流可通过电阻圓盤去接地。放电之后，电阻就自动昇高，隔斷連續电流，恢复了与大地間的絕緣，防止了正常工作电压的电流繼續洩入大地，保證了电机車在放过电后繼續正常工作。應該注意的是火花間隙(黃銅元件的放电電極)，在正常电压时，元件的銅碗由于云母片或瓷板的絕緣，电流不能通过，当架綫落雷时，避雷器瞬間电压超过正常額定电压的許多倍，这时銅碗絕緣被击穿，形成火花放电，減弱了異常电压，强大的电流通过串联的火花間隙和电阻圓盤导入大地。

3. PBJI-6 型 2 千伏封閉式閘型避雷器的維護和檢修

大、中修和日常維護檢修时，首先要檢查避雷器的閘体(瓷瓶)鉄帽和螺栓处是不是漏水，木盖有沒有破裂，閘体有沒有裂紋和被雷電燒損的地方，底盖膠皮垫圈和絕緣漆堵塞的是不是严密，潮气是不是能侵入。假如閘体內部有潮气侵入，放电时，火花間隙所發生的电弧会使气体迅速膨脹，引起避雷器發生爆炸，这是非常危險的。撫順露天矿就有閘型避雷器放电爆炸的实例，因此，对上述各部分必須詳細檢查，根据檢查的結果，再决定是否能繼續使用。

其次还要檢查避雷器由弓子到上閘間的引入綫和下閘到車体鉄皮間的接地綫，有沒有碳化和接头松动而产生的接触不良的現象。如果導綫接头生銹，有銲接不良、松动

等情況，接地電阻會增高，使放電電流受到阻礙，一部分電流就會通過受電設備，這樣就不能達到保護受電設備的目的。如果避雷器的接地綫、引入綫某部中斷，端頭開鉗未發現，或發現後沒有及時處理，避雷器會失去作用，在架綫落雷時不能把雷電電流導入大地，這時車內受電設備的絕緣就要遭到嚴重的損壞。因此，在大、中、小修時，都要細致檢查，發現毛病後要立即進行修理。

閘型避雷器的閘體一定要密閉，內部的黃銅放電電極必須保持光澤，閘體如有空氣侵入，或電極經過放電碳化以及失去表面光澤時，都不能再用。

在大、中修時和每年雨季前，避雷器要進行下列試驗：

(1)絕緣試驗：用 100—2000 伏搖表，測定其絕緣情況，在 20°C 時，須保持絕緣在 100 兆歐姆以上；

(2)放電試驗：用交流電試驗，其試驗電壓為額定電壓的 1.5—3.0 倍；

(3)耐壓試驗：其試驗電壓為額定電壓的 1.5 倍；

(4)漏洩電流試驗：其漏洩電流不得大於 10 毫安（1 安培 = 1000 毫安）。

二、鋁質避雷器

鋁質避雷器有許多種，雖然它們的外形以及內部正負極板的形狀不同，但構造原理卻是一樣。下面分別談談 MD 式和蘇式鋁質避雷器的構造原理。

1. MD 式鋁質避雷器的構造

日式电机車上用的鋁質避雷器，外面为帶稜的玻璃瓶，内部的鋁質正負極板都是圓筒形(參看圖 2)，里面注滿了电解液，在电解液上面又灌入矿質油，防止电解液的蒸發。一般在外側的圓筒为正極板，在內側的圓筒为負極板，以六个电瓶串联，并排放于木箱內(圖 3)，为了防止各綫端子由于架綫落雷时，每个电瓶放电不均匀，产生过热現象，所以在各綫端子間并联着均衡电阻(9000—10000欧)，以保持各綫端子电流的均匀；同时在串联电瓶

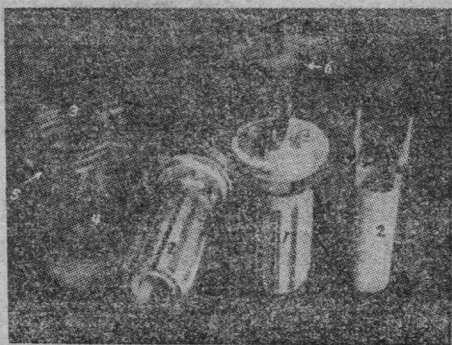


圖 2 MD式鋁質避雷器元件

1—正極板；2—負極板；3—电瓶；4—电解液；
5—矿質油；6—端子。

的最前端，并联有 25 安的管形熔絲，万一雷电續流時間過長，即可燒斷熔絲，以保證避雷器本身的安全。但在实际应用中，多在管形熔絲前安設火花間隙，或与羊角型間隙避雷器相併用，这样它的避雷效果可以更大。圖 3 是

MD 式鋁質避雷器構造接綫圖。

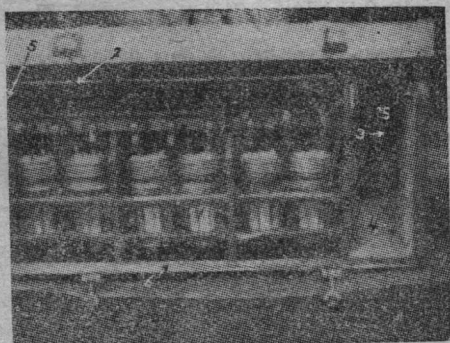


圖 3 MD式鋁質避雷器

1—电瓶；2—均衡电阻；3—管形熔絲；4—入綫端子；
5—接地綫；6—木箱。

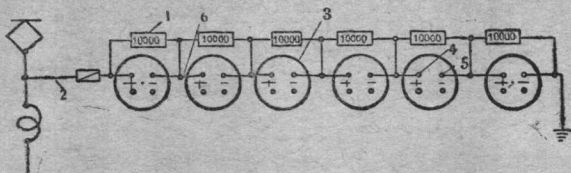


圖 4 MD式鋁質避雷器構造接綫圖

1—均衡电阻；2—管形熔絲；3—电瓶；4—正極片；5—負極片；
6—連接綫。

2. 苏式ⅣКП-1 型 80 吨电机車鋁質避雷器的構造

我国用的苏联 80 吨电机車上的鋁質避雷器(圖 5)的外形和內部極板的構造, 和日式 85 吨电机車的鋁質避雷器略有不同。这种鋁質避雷器每个元件的外部是一个矩形的玻璃盒 1, 上盖 2 和內部的正負極板連接, 其容积約为

1 公升左右。內部有兩個鋁制極板，正極板 3 厚約 1—1.5 公厘，上面有很多的褶紋，以便增加其表面積，容易同電解液發生化學反應。負極板 4 厚約 1 公厘，夾在正極板的兩側，極板用螺絲固定在瓷制的蓋上，瓷蓋上面有連接綫端子 5，并标出了正負極性。

玻璃盒內注滿了对好了的硼酸和蒸溜水的電解液，電解液的上面又灌注有絕緣油漆，油漆厚度約 3—6 公厘，以免電解液內的水分蒸發，并防止正負極板在電解液和空氣交界處發生腐蝕。在串聯元件的電路前，安設有大約為 10 000 歐姆的管形電阻(圖 6)，同時和管形電阻并聯着一

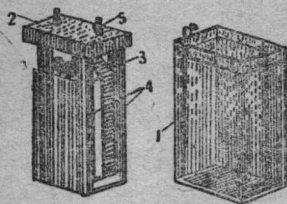


圖 5 蘇式鋁質避雷器元件
1—矩形玻璃盒；2—上蓋；3—正極板；4—負極板；5—連接綫端子。

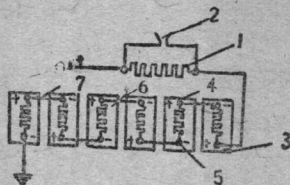


圖 6 鋁質避雷器的元件和電阻的結綫圖
1—并聯電阻；2—火花間隙；3—玻璃盒；4—正端子；5—負端子；6—均衡電阻；7—連接綫。

個火花間隙。架綫電壓為正常狀態時，管形電阻很大，所以通過管形電阻到串聯元件的電流只有 0.12—0.15 安，經過氧化鋁薄膜後的漏洩電流只有幾個毫安，一旦落雷時，這段管形電阻還能起切斷續流的作用。同時在落雷時，過高的電壓還會击穿火花間隙而放電，這樣就等於增加了一

个間隙避雷器，帮助了避雷器放电。整个避雷器是由六个串联元件組成，各个元件用連接綫 7 連接起来，放在鉄制的箱內。箱內有高压进电綫的瓷管和火花間隙 2。并联的管形电阻 1 放在进电綫的附近。

3. 鋁質避雷器的放电作用

当电流通过正負極板时，正負極板的表面和电解液發生作用，产生一層氧化鋁的薄膜，阻止电流的通过。要破坏这种薄膜，必須增加电压。日式电机車的鋁質避雷器，必須加到 380 伏的电压，才可以破坏薄膜。因此，六个串联的元件只要雷电电压超过 2280 伏，就会把接地电路連通，起放电作用(在正常架綫电压 1200—1500 伏时)。如果每个單独元件的电压在 380 伏以下，由于氧化鋁膜的阻碍，避雷器就不能起放电作用，苏联 80 吨电机車用的鋁質避雷器的每个單独元件，电压达到 350 伏就能把氧化鋁膜突破，因此六个串联的元件只要电压超过 2100 伏时，就会起放电作用。

4. 鋁質避雷器的维护檢修

根据檢修規程規定，在大修或中修时，要把避雷器从車体上拆下来，仔細檢查电解液有沒有变色，有沒有混濁現象，正負極板有沒有腐蝕破損的地方，均衡电阻有沒有变动，导綫端子松不松；發現毛病后要及时消除，损坏的零件要及时更換。檢修人員和电机車司机都應該重視避雷器的维护和檢修。

長期放置沒有使用過的避雷器，在使用前必須要先測驗。測驗的方法是把避雷器和約 300 伏、0.5 安培的電燈串聯接綫，然後通電試驗。如果電燈初亮，瞬間即暗，就是表示電解液和鋁極板的反應靈敏，結有氧化鋁膜，這時可拆除燈綫，直接接在電路上。極板表面要求保持光澤和清潔，因此在檢修時，禁止用手去摸正負極板，以免影響避雷器的放電效果。此外，還應注意檢查均衡電阻的結綫是否鬆動，電瓶元件連接的導綫有沒有斷綫地方，以免引起極板發熱，接點產生火花，使電解沸騰變色等。MD 式避雷器適用的溫度範圍為 $-2-+40^{\circ}\text{C}$ ，蘇式避雷器適用的溫度範圍為 $-2-+45^{\circ}\text{C}$ 。因為這種避雷器內部裝滿了電解液，當溫度超過它本身規定的範圍時，電解液和極板的反應速度就增快，也就是說氧化鋁膜會增厚，相對的電阻也隨之增高，因此，放電作用就不再靈敏可靠。在冬季溫度降低到攝氏 -2° 以下時，電解液會凍結，因此在冬天要把鋁質避雷器從車上取下來。長期不用的避雷器要將內部的正負極板取出，並倒出電解液，把所有的零件用汽油洗滌，清淨後裝好，注意保管。

除了上述的閥型避雷器和鋁質避雷器外，在舊式工業電機車上常用的避雷器有以下兩種。下面把它們的構造、作用原理及維護檢修的方法，簡單介紹如下。

一、電磁消弧型避雷器

電磁消弧型避雷器也叫間隙避雷器。這種避雷器的外部(圖 7)是由磁盒 1、導磁極片 2、消弧綫圈 3、導綫 4、

管狀电阻 5 和电木板 6 所組成的。其內部(圖 8)是由球狀的火花間隙 1、消弧綫圈 2、黑鉛碳素电阻棒 3 和導綫 4 分別串聯組成的。火花間隙放在瓷制的电弧盒內，可以隨時取下。电压为 750 伏时，其間隙可調整为 0.6 公厘。黑鉛碳素电阻棒的特点，是在有电流通过时，温度升高，电阻降低，也就是在有雷电通过时，它变为电的良导体，与大地接通进行放电；在电压降低时，它又恢复了高电阻的特性，切断了續流。由于和火花間隙負电極并聯着的消弧綫圈，在放电时有电流通过而产生磁流，会把放电当时所产生的电弧迅速熄灭。

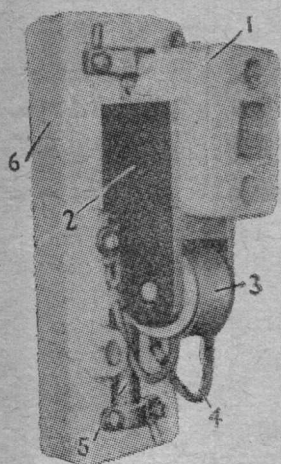


圖 7 电磁消弧型避雷器

这种避雷器在高压电机車上多为两个串联，低压只用一个。因为構造比較簡單，所以在維護、修理、保养方面也比較容易。一般在大修和中修时，要檢查火花間隙(放电电極)有沒有光

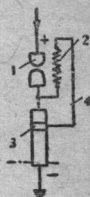


圖 8 电磁消弧型避雷器接綫圖

澤，表面氧化發暗時要用細砂布打光；檢查黑鉛碳素电阻棒有沒有裂紋或損坏的地方，如有裂紋或有缺損的地方，

不能再繼續使用；檢查連接導綫有腐爛或破皮的地方沒有；檢查固定端子是否鬆動；如果導綫固定的不好或者是綫皮經雨水浸蝕腐爛，要重新固定或更換導綫。修好后裝好的避雷器要調整間隙，一個避雷器單獨用時的間隙為1公厘，兩個串聯時為0.6公厘。由於震動，火花間隙容易變動，過去曾有過一抬弓子就發生電流接地的故障，因此，在維護檢修時要特別注意。此外還應經常注意清掃，防止灰塵和雨露侵到間隙處。

這個避雷器的缺點是遮斷電流的容量較小，往往在放電後，火花間隙有被燒損的現象。

二、羊角型避雷器

羊角型避雷器的構造如圖9，它是由羊角間隙1、感抗綫圈2、電源進綫端子3、接地端子4、負荷端子5和絕緣木6所組成的。這種避雷器的構造簡單，放電效果較低，一般多用在架綫電網上，目前只有西門子85噸電機車採用。

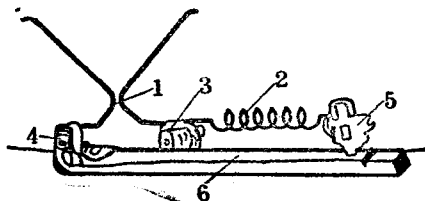


圖9 羊角型間隙避雷器

1—羊角間隙；2—感抗綫圈；3—進綫端子；4—接地端子；
5—負荷端子；6—絕緣木。

它的放电作用主要是利用电压升高时，羊角間隙形成电弧放电的原理，电弧沿羊角弧道上昇消散。在正常額定电压时，羊角間隙阻止标准电压的通过，遇有雷电时，借感抗綫圈的阻抗，强大的电压打穿羊角間隙，和大地形成通路，把雷电电流导入大地。

羊角型避雷器因構造簡單，所以維護修理也比較方便。檢修时，除了要檢查火花間隙是否保有光澤，导綫端子和固定螺絲是否松动，絕緣木有无燒損劣化等現象以外，主要是要調整放电間隙。現將在过去实际工作中所測得的放电間隙的数据列入下表，以供参考。

羊角型避雷器放电間隙測驗表

表 1

羊角型避雷器放电間隙	放 电 电 压
5 米尔	934 伏
10	1240
15	1570
20	1950
25	2180
30	2250
35	2850
40	3300
50	3950

註：1. 羊角型避雷器放电間隙是用交流电压測驗的；

2. 1 米尔 = 1 英寸的千分之一。