

磁铁饱和式 电压稳定器

苏联 С.Я. 利烏施茨著

吳 树 海 譯

人民邮电出版社

苏联业余无线电丛书



磁鉄飽和式 电压稳定器

王明光 孙海清 编著

马 明 主 审

人民邮电出版社



~~U38/84~~ TM44/7

磁鉄飽和式電壓穩定器

蘇聯 C. Я. 利烏施茨著

磁鉄飽和式电压稳定器

著者：苏联 С. Я. 利烏施茨

譯者：吳樹海

出版者：人民邮电出版社

北京东四六条13号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印刷者：北京市印刷一厂

发行者：新华书店

开本 787×1092 1/32

印张 122/36 頁数 58

印刷字数 38,000 字

1956年8月南京第一版

1962年7月北京第四次印刷

印数 9,211—14,320 册

統一書号：15045·总96—无30

定 价：0.23 元

目 錄

引言.....	(1)
磁鐵飽和式電壓穩定器中的物理過程.....	(1)
幾種電壓穩定器的電路.....	(7)
電路的選擇.....	(13)
電壓穩定器的計算.....	(14)
鐵心的選擇.....	(31)
線捲架的製造.....	(34)
線捲的繞製.....	(37)
線捲的檢驗.....	(38)
檢查鐵心尺寸是否選得正確.....	(40)
電壓穩定器的裝配.....	(46)
電壓穩定器的調節.....	(48)
附錄：調節電壓穩定器時必須去除的各項主要缺點.....	(53)

引 言

無線設備——無線電收音機、真空管測試儀器及其他無線器械，都需要很穩定的電壓，才能很好的工作。照明電源的電壓差不多到處都採用120伏特或220伏特，所以所有應用交流市電的設備，都是按120伏特或220伏特設計製造的。

但是，電源的電壓，往往會變得不合標準。當負荷很大（用電最多）的時候，如晚間或冬天，電源電壓就會下降；而當負荷小的時候，如白天或深夜，電壓又會升高。這種電壓跳躍現象在距離電站較遠的鄉村，及在由當地發電機供電的地區特別嚴重。在這些地區使用無線設備，常常是很困難的。電源電壓不足時，測驗儀器也會指出不正確的數字；收音機的靈敏度也減低了，那時只能收到距離很近和強電力的廣播，甚至完全不能收聽。

爲了避免由於電壓降低所發生的麻煩，無線電愛好者常應用各種昇壓變壓器；但是這樣升高電壓，將會時刻擔心着，要是電源電壓突然回昇，就會有損壞無線機件的危險。所以用這種方法升高電壓，可能打穿電解電容器，燒斷真空管的燈絲；就是在最好的情況下，也會縮短機器的壽命。

要保證無線器械的工作正常，一定要有一種設備：無論電源電壓升高或降低，它都能自動的調節，保持輸出的電源電壓不變，這樣的設備才是最理想的。

磁鐵飽和式電壓穩定器就是我們所需要的設備。這種穩定器構造非常簡單，用的都是普通材料，其中沒有摩擦機件；不怕過負荷，效率也相當高；使用時可不用專門照料；並且無論我們需要多大電壓或容量，都可以設計製造。

要很準確地計算穩定器是相當困難的；可是應用若干電路圖，便能簡化穩定器的設計，並經適當調節以後，這種穩定器可以準確地不停歇地工作。

磁鐵飽和式電壓穩定器中的物理過程

在磁鐵飽和式電壓穩定器裏，產生主要調節作用的，是一個具有飽和磁鐵的變壓器。這種變壓器的磁通，經過斷面不同的軛狀鐵心，完成它的磁路。在斷面較大的鐵心上繞着初級線捲；而在斷面較小的鐵心上繞着次級線捲（見圖1.a）。

如果在初級線捲上加上一個電壓，那末這個線捲裏就有電流通過；這個電流又使鐵心裏發生磁通。這個磁通在次級線捲中感應出一個電動勢。如果把負荷接到次級線捲上，就會在負荷上產生電流。當加在初級線捲上的電壓升高時，該線捲中的電流也會加強，同時也使鐵心裏的磁通增強；結果次級線捲的電動勢也隨着升高。

次級線捲電壓和初級線捲電壓的比例關係： $\frac{U_2}{U_1} = K$ （ K 是變壓器的變壓比率）一直是不變的；除非初級線捲的電流，已大到可以使鐵心斷面較小的部分的磁通達到飽和狀態。自這一瞬間開始（圖1.6的 K 點），初級電壓的升高，對次級電壓的影響愈來愈小了。這是因為初級電流所產生的磁通，已不能完全通過次級線捲的鐵心；一部分磁通要經過空氣完成磁路（漏洩磁通）。

因此，如果在某些範圍內無論怎樣改變電壓 U_1 都能使小斷面的鐵心飽和，那末和 U_1 的這種變化相對應的，次級線捲的電

流圈 $W_{\Delta P_1}$ 上 (曲線 ob)；剩下的電壓則加在飽和鐵心上的扼流線圈 $W_{\Delta P_2}$ 上 (曲線 oc)，並在飽和扼流圈裏面產生一個足以使鐵心飽和的電流。然後電壓經過補償線捲 W_k 加到負荷。在補償線捲上的電壓降用 o_k 線表示，負荷電壓則用 on 線表示。

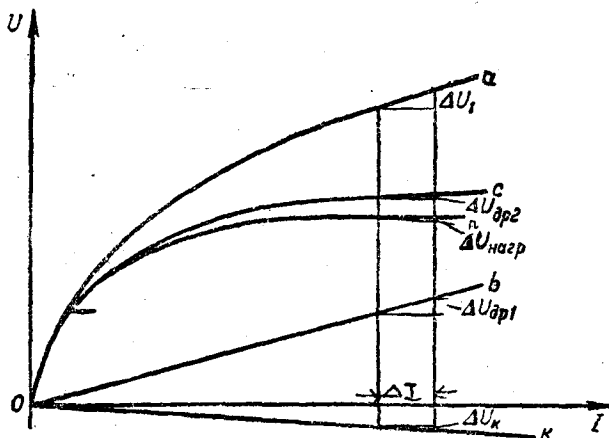


圖 4. 表明電壓穩定器工作的曲線 (沒有加電容器)

當電源電壓昇高 ΔU_1 時；昇高電壓的大部分都降落在主扼流圈的線捲 $W_{\Delta P_1}$ 裏 ($\Delta U_{\Delta P_1}$)；因此，在線捲 $W_{\Delta P_2}$ 上的電壓昇高的數值 $\Delta U_{\Delta P_2}$ 比電源昇高數值小得多，這部分上昇不大的電壓，使補償線捲裏的電流增加，因而使補償線捲裏的電動勢也增加數值 ΔU_k 。我們知道補償線捲電動勢的方向是和初級線捲 (主扼流線圈) 的電動勢相反的，所以它就把穩定器輸出的電壓又減低些，減小的數值恰好和自耦變壓器次級線捲的電壓增加數值相當，結果加在負荷上的輸出電壓的變化 ($\Delta U_{\text{нагр}}$) 很小。

當電源電壓下降時，穩定器的作用是相似的；主扼流線圈 $W_{\lambda p1}$ 的電壓降，比飽和扼流線圈 $W_{\lambda p2}$ 的電壓降縮減得快得多；同時補償線圈的電動勢也減小了。結果穩定器輸出的電壓差不多保持不變。

上述兩種電路的缺點是損耗較大，功率因數（ $\cos \varphi$ ）很小。因為這些電路的電感阻抗特別大，所以取得的有效功率比無功功率低。

如果在繞在飽和鐵心上的次級線圈上並聯一個電容器，以組成一個與電源頻率諧振的槽路（圖2虛線所示），那就可以把效率提高了。

這個槽路單獨繪於圖5。電容器上的電壓和通過它的電流成正比；這個電壓的相位却和扼流圈上的電壓的相位相反。

當電源電壓上升時，在鐵心飽和以前，扼流圈上的電壓與電流成正比；而後，隨着電流的增加以及因此而使鐵心中磁通增加，電流雖增加很多，電壓也上

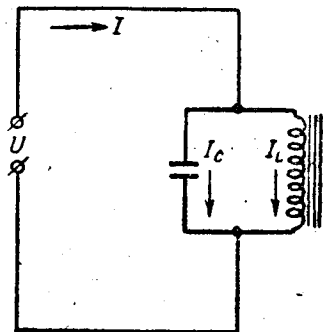


圖5. 有飽和鐵心的並聯槽路

昇不了多少。在扼流圈1和電容器2上的電壓變化和其中通過的電流的關係，可用圖6.a的曲線來表明。

要找出整個電路上（未分支處）的電流，必須把兩個電路中的電流相加如圖3.a所示（曲線3）。由相加後的曲線3可以看出；在電壓很低時，總電流是電容性質的；隨着電壓的升高，電

流也到達 M 點，過 M 點以後，它就漸漸減小，最後在 N 點電流變成零。這個 N 點就是諧振點。此時兩支路上的電流相等，相位相反，總電流等於零。電壓再增，電流又開始上昇，但是它已是電感性質了。所以諧振點就是電流換相的點。

如果把曲線 OMN 部分，以 OU 為軸，旋轉 180° (圖6.6)，就成功一個與電流相位沒有關係的電壓—電流曲線。

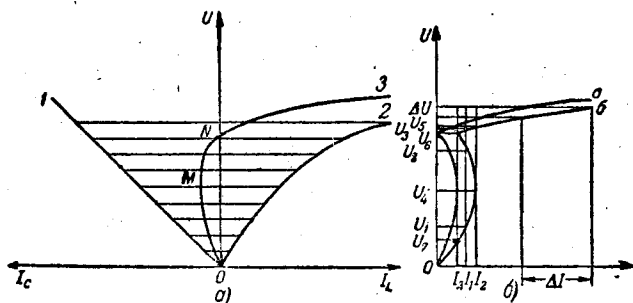


圖 6. 扼流圈的電壓與電流的關係曲線

以上的說明，都假定電路是理想的；就是說電路裏沒有損失（曲線 a ）。實際上在諧振的時候，電流並不等於零，所以實際的電流電壓關係曲線要稍為向右移動一些（曲線 b ），曲線移動的數值（按某種比例尺） β 表明每點的實際損失。從這條曲線可以看出，電流小於 I_2 時，一個電流值對應有三個不同的電壓值。例如和電流 I_1 對應的就有 U_1 、 U_2 及 U_3 三個電壓值；對應 I_2 則有兩個電壓— U_4 及 U_5 ；而大於 I_2 的電流就只能有一個電壓了。電流小於 I_2 時，電壓很不穩定；例如：如果電流自零點漸漸上昇，那末槽路電壓也由零上昇到 U_4 ；以後就突然跳躍到

U_5 (穩定前的跳躍)；自此點以後，隨着電流的增加，電壓將平穩的、緩慢的上升。

如果電流減小，槽路電壓也會平穩的下降到 U_6 ；然後電壓就突然跌落到 U_7 。由此可知，祇要輸入的電壓能保持電路裏的電流不小於 I_2 ，無論輸入電壓增加多大數值但槽路電壓的增加數值 ΔU 總是很小的。由曲線上可以看出來：電流增加 ΔI ，只能使輸出電壓上升 ΔU 。

上述電壓穩定過程一直可以保持；除非是電源電壓已經低得不能保持鐵心的飽和。那時輸出的電壓會突然跌落，穩定就破壞了。

幾種電壓穩定器的電路

近代的電壓穩定器，種類很多，它們的工作原理，電路圖和用途都各不相同。

有許多電路，都可以很好的達到穩定電壓的目的，但是它們體積笨重，製造困難，需要特殊形狀的鐵心，所以無線電愛好者不易自己製造。

最便利，實際上又容易製造的有下列幾種電路。

1. 用兩個分開的扼流線圈 (一個的鐵心飽和；另一個的鐵心不飽和) 裝成的電壓穩定器

這種型式的穩定器 (圖 7)，是由下列三個主要部分組成的：

1) 有飽和鐵心的扼流圈 A。輸入電壓中僅有一部分，加到這

个扼流圈上，因此最好按照自耦变压器的电路来绕这个线圈，以便升高输出的电压（用以补偿线圈 W_{Ap1} 和 W_K 上的电压降）。

2) 扼流圈 Π ：它的铁心磁路里留有空气间隙，使它在饱和的状态下工作。

3) 电容器 C ：和自耦变压器的线圈并联，以形成一个谐振槽路。在稳定器电路里，自耦变压器是产生调节作用的主要部分。

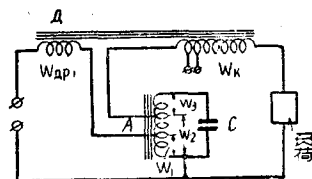


图 7. 用两个分开的扼流线圈(一个的铁心饱和；另一个的铁心不饱和)装成的电压稳定器

自耦变压器有三个串联的线圈。加在线圈 W_1 上的电压，等于电源电压减去扼流圈 Π 的第一个线卷上的电压降。

线卷 W_2 是自耦变压器的次级线圈；从这个线圈取出的电压，变化很小。

线圈 W_3 的作用，是在输入电压降低时，保持铁心饱和所必须的安培匝数〔译註①〕。如果没有这个线圈，则当输入电压比正常

译註①：铁心中的磁通是与电流和线圈匝数成正比的，与电压没有关系；故用安培(电流单位)×匝数作励磁力的单位。

电压低的时候，会失掉稳定作用。增加 W_3 的匝数，可增加磁动势，使得在输入电压很低时，也能维持输出电压稳定。但是无限制的增加 W_3 的匝数就会使磁动势太大，使自耦变压器的线圈过热；因而提高电容器上的电压，以致打穿电容器。

有不饱和铁心的扼流圈，是稳定器的补偿部分。它是由两个线圈 W_{Ap1} 和 W_k 组成的。 W_{Ap1} 是主线圈， W_k 是补偿线圈。补偿线圈，是用来抵消自耦变压器次级线圈的、不可避免电压变化。

2. 用装在同一铁芯上的两扼流圈(有饱和及不飽和铁心)制成的电压稳定器

把各扼流圈装在一个磁路的饱和及不飽和铁心上，并不是制造稳定器的唯一可能办法。

我們也可以把两个扼流圈安装在一个有公共磁路的扼状铁心上。但是要使一部分铁心饱和，而防止另一部分饱和，放置每个线圈的铁心就需要有不同的断面积。

图 8 所示，就是两扼流圈使用公共磁路的电压稳定器的电路图。

从图中可以看出，中间一段铁心的断面比旁边的大。这些线圈放在公共的磁路上，形成一个变压器。变压器的初级线圈 W_1 ，绕在中间的铁心上。线圈 W_1 所产生的磁通，经过左右两个铁心的闭合磁路。由于中间铁心的断面大，初级线圈的安培匝数，不能使它饱和。互相串联的两个线圈——次级线圈 W_2 和附加线圈 W_c ，都绕在左边的铁心上。

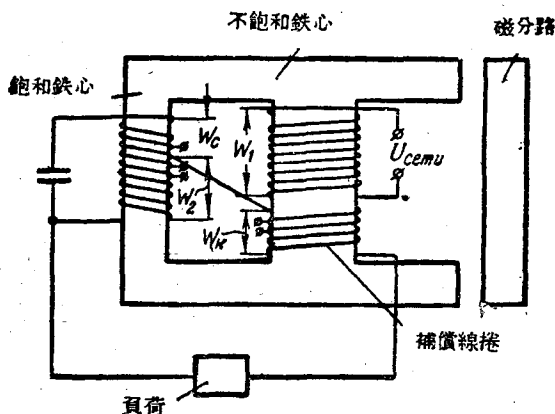


圖 8. 有飽和鐵心及不飽和鐵心的兩扼流圈裝在同一軀鐵上形成的電壓穩定器

電容器和這兩個線捲並聯着，形成一個諧振電路。因為左邊鐵心斷面很小，所以通過的磁通足以使它飽和。

右邊的鐵心，有空氣間隙，和其餘的鐵心隔開，這個鐵心叫做磁分路。空氣的磁阻，比鐵大得多，所以通過右邊鐵心的磁力線不會太多。補償線捲 W_k 裝在中間的鐵心上（如圖 8）或者裝在右邊的鐵心上（如圖 9），並與次級線捲串連着。變更空氣間隙的大小，可以改變飽和鐵心（左邊的鐵心）和磁分路（右邊的鐵心）上的磁通分佈情況；這種現象可以用來調節電壓穩定器。

電源電壓加到變壓器的初級線捲上。初級線捲內的電流產生的磁通，不平均的分到兩邊的鐵心上——分佈的比例根據空氣間隙的大小而定。在次級線捲和附加線捲中產生的電動勢，不太受初級線捲的電壓變動的影響。例如電源電壓升高時，初級線捲的

电流增加；可是却不能使次级线圈的铁心中的磁通增加很大，因为左边的铁心已经是饱和的；中间铁心里增加的磁通，大部分都通过右边没有线圈的铁心。

但是次级线圈的电压，多少还是要增加一点；这可用补偿线圈 W_k 来补救它。补偿线圈匝数的方向，和初级线圈相反，所以输出到负荷的电压，是和磁路分开的稳定器一样，等于次级线圈电压和补偿线圈的电压之差。

3. 不用磁分路的电压稳定器

前边所说的电路(图8和图9)的调节部分都利用一个磁分路，用它吸收部分磁通来达到调节电压的目的。但是不用磁分路，也可以得到很好的稳定作用。

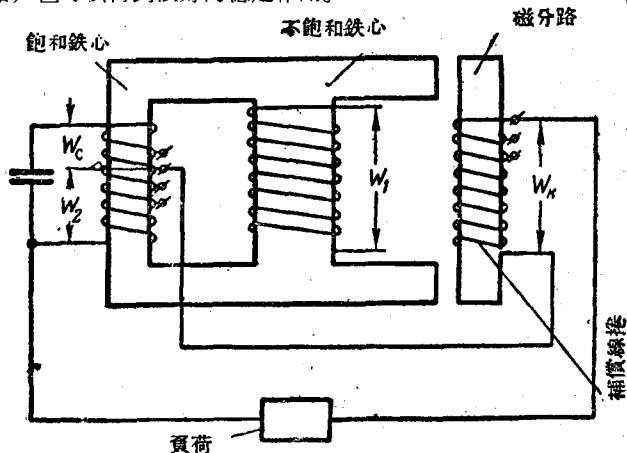


图9. 将补偿线圈放在磁分路上形成的电压稳定器

圖10是一個很實用的，只有一個磁路的電壓穩定器電路。它比前邊的電路，只少一個磁分路。軛鐵上有兩個鐵心；一個鐵心的斷面較大；而另一個較小。

在斷面較大的鐵心上，繞着初級線捲和補償線捲，斷面較小的鐵心上，則繞着次級線捲和附加線捲。電容器和小斷面上的兩個線捲並聯着。

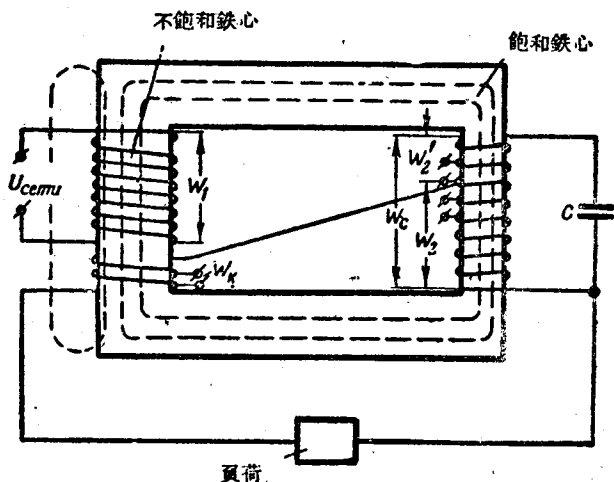


圖 10. 沒有磁分路的電壓穩定器

當電源電壓加到初級線捲時，初級線捲電流所產生的磁通，不足使斷面較大的鐵心飽和；而斷面小的鐵心，早已高度飽和，所以有一部分磁通——洩漏磁通——將從空氣中流過，如圖10所示。當電源電壓變動時，例如昇高的時候，磁路中磁通會增強，因而磁漏也會增加，而初級線捲上的電壓降有所增大。結果次級