

研究簡報

量測電子管接觸電勢差的改進方法*

張恩虬†

高懷蓉††

(清華大學無線電系)

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ В ЭЛЕКТРОННЫХ ЛАМПАХ

Чжан Эн-циу и Кау Хуан-жуон

(Радиотехнический Факультет, Университета "Цин-Хуа")

接觸電勢差是電子管中的一個重要的物理現象，它對管特性有着一定的影響。在用氧化物陰極的管中，由於工藝過程複雜，柵極表面情況往往很難掌握，這就造成陰極和第一柵之間的接觸電勢差的不一致，也是產品中特性散佈的原因之一。而在一個管的壽命過程中，因陰極活性物質的不斷蒸發和管內殘留氣體的繼續作用，接觸電勢差也經常改變，這就使特性不能穩定。所以在電子管的生產中，爲了分析報廢的原因和提高產品的質量，就要了解和控制接觸電勢差，因而也就首先要求一個直接地和快速地量測它的方法。

量測接觸電勢差的方法已有很多^{[1, 第 IV 章] [2]}，在電子管中常被採用的是羅特的低溫飽和曲線交點法^[3]。但用這方法來測一個數值最快也要半小時，不適用於近代生產；同時，電子打擊可使柵上的化合物分解而且分解物又會使陰極中毒^[4,5]，因此也降低了這方法的可靠程度。工廠中所採用的柵流截止電勢法^[1, §30, §34]，僅是一種間接的估計，不能給出絕對的數值，並且它與管的裝架情況和陰極溫度都有關，對進行分析工作

* 1956 年 2 月 18 日收到。

† 中國科學院機械電機研究所副研究員。

†† 廈門大學物理系講師。

很不方便。費德曼和海涅克的方法^[6]，只是在理想平板電極系統中方為準確，且線路和手續都比較複雜，也不適合於生產上的應用。

作者所提出的方法，其基本原理和羅特的相同，不過把低溫飽和曲線顯示在示波器上來加以觀察。在圖 1 的線路中，將市電源降壓後送至被測管，則在示波器上呈現柵

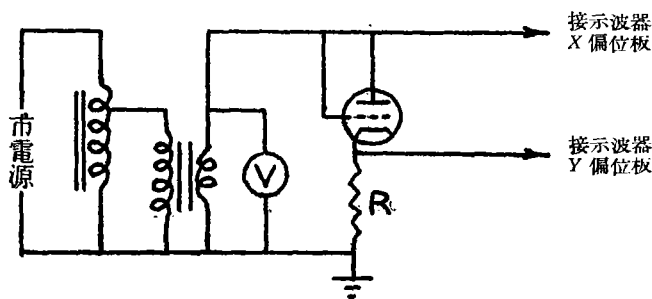
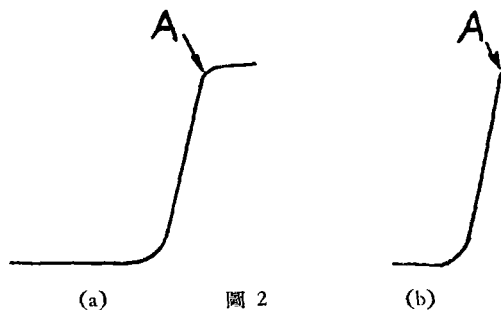


圖 1

流柵壓特性曲線如圖 2a。如果陰極溫度選擇得足夠低，使所發射的電子不足以形成很多空間電荷時，則特性曲線可以從拒斥電場領域直接過渡到飽和電流領域，圖上可得到一較顯著的折點 A ，在這點上外加電壓與接觸電勢差剛好互相抵消。如果我們調整電源電壓，使曲線收縮至折點處如圖 2b，此時電壓表 V 所示的峯值電壓，即為所測的接觸電勢差 E_k 。與陰極串聯的電阻 R 的值，要遠小於被測管的等效電阻，但同時也要使示波器上能有可觀測的 Y 偏位。

表 1 示用作者的方法和羅特的交點法最後一次所測得的結果。從表上可以看出：（1）除陰極外所有的電極都接到柵極，或除柵極外所有電極都接到陰極，對結果並無顯著的影響（至少在高放大因數的三極管和銳截止的五極管是如此），這說明陰極和第一柵之間的接觸電



(a)

圖 2

(b)

勢差是主要的。（2）從數據中可以看出用我們的方法量測時，陰極溫度愈高，則接觸電勢差也愈大。這並不是由於觀測上的誤差，因作者多次試驗的結果，說明完全可以在 ± 0.02 伏特的範圍內多次重複。我們認為這是陰極塗層電壓降的影響，因當陰極溫度增高時，塗層電阻的下降不如發射電流的上升來得快。關於這問題可參考麥特遜等人的量測陰極塗層電阻的方法^[7, §2.3]。（3）兩種方法所測得的結果並不一致。在測試過程中，我們發現用我們的方法量測時，重複性比較好，而用羅特法測過之後，有

時便不能重複，且飽和電流也有不穩定現象。這是因為電子轟擊柵極，使它表面上的化合物分解，可能變更柵極的表面情況和使低溫狀態的陰極中毒。另一產生差異的原因，估計是由於電子被捕集於柵極表面薄層，這就在柵上產生一附加的負電勢^[1, §30]，

表 1

管 號	熱 子 電 壓 (伏特)	接 觸 電 勢 差 (伏)			
		串聯電阻 $R=1000$ 歐姆 (1)	(2)	經串聯電阻電壓 降 IR 的修正值 (1)	羅特交點法 (1)
6SJ7-81	{ 1.8 2.0 2.2	0.76	0.75	0.76	0.85
		0.78	0.76	0.77	0.83
		0.85	0.80	0.82	0.82
6SJ7-84	{ 2.0 2.2 2.4	0.61	0.58	0.61	0.46
		0.62	0.58	0.61	0.45
		0.69	0.62	0.67	0.47
6SQ7-5	{ 1.4 1.6 1.8	0.83	0.82	0.83	0.92
		0.87	0.85	0.86	0.90
		1.01	0.95	0.98	0.93
6SQ7-13	{ 1.4 1.6 1.8	0.75	0.74	0.75	0.77
		0.76	0.75	0.75	0.75
		0.82	0.85	0.80	0.74
6F5-2	{ 1.3 1.4 1.5	0.87	0.87	0.87	0.86
		0.89	0.89	0.88	0.82
		0.97	0.97	0.95	0.79
6F5G-2	{ 1.8 1.9 2.1	0.69	0.66	0.69	0.75
		0.71	0.70	0.70	0.75
		0.76	0.74	0.74	0.72

(1) 除柵極外，其它電極都與陰極相接。

(2) 除陰極外，其它電極都與柵極相接。

使像似接觸電勢差增大。用交流電測試時，如果注意不要使曲線中的飽和電流部分拖得太長和停留時間過久¹⁾，便可以避免或減輕上述的現象。為了證明我們的估計是正確的，曾用變動電勢（最高 6.0 伏）轟柵約五分鐘，然後再逐漸測接觸電勢差的變化，得結果如表 2。(4) 6SJ7-84 號管的結果相差特別大，這個管的電子發射是特別衰弱的，讀者可注意到它的熱子電壓也要高一些方能量測，因此可能是陰極中毒。

用這方法時如果給予示波器以適當的校準，還能同時量測低溫發射電流。再者，對同樣發射電流的管，如果特性曲線慢慢轉變，折點不明顯，則表示陰極溫度不均勻或表面激活不一致，因此也可以作為陰極質量的一個定性的檢查。

這方法的缺點是把陰極塗層電壓降也包括了進去，要選擇很低的陰極溫度方為準

1) 根據魏利特的實驗^[4]，如飽和電流部分不超過 1.5 伏，便可以避免很多化合物的分解。

表 2

管 號	熱 子 電 壓 (伏特)	接 觸 電 勢 差 (伏)	
		轟 前	轟 後
6F5G-2	1.9	0.70	0.76, 0.73, 0.72
6J5-7	1.8	0.47	0.59, 0.56, 0.56
6C5-57	1.8	0.38	0.42, ———
6C5-38	1.8	1.65	1.76, ———

確,但溫度過低時則示波器上曲線太矮,不易觀測。同時在氧化物陰極的管中,飽和電流的數值往往很不一致,因此個別管中要求不同的熱子電壓,而變動熱子電壓後又至少要等待 15 分鐘後才能達到低溫的熱平衡。在工廠測試,我們建議用三種不同熱子電壓的管座,這樣在變換熱子電壓時便可以進行測試另一個管,不致影響速度。另一辦法是加強電流軸(即 Y 偏位)的放大倍數。這方法只適用於等勢陰極的間熱式電子管,至於直熱式燈絲型管的接觸電勢差的量測,可用更準確的查略夫法^[1, 6, 31]。

本工作的完成,得清華大學無線電系孟昭英主任的鼓勵,和電真空教研組張克潛秘書的幫助,謹此致謝。

考 參 文 獻

- [1] Царев, В. М., Контактная Разность Потенциалов, Гостехиздат., 1955.
- [2] Bourion, R., *Le Journ. de Phys. et le Radium*, Dec. 1951.
- [3] Rothe, H., *Zeit. für Tech. Phys.* **6** (1925), 633.
- [4] Wright, D. A., *Brit. Journ. App. Phys.* **5** (1954), March.
- [5] Imai, Tetsuji, *Journ. Phys. Soc. (Japan)* **9**: 1 (1954).
- [6] Friedman, S., and Heynick, L. N., *Rev. Sci. Instr.* **26**: (1) 1955.
- [7] Metson, G. H., Wagener, S., Holmes, M. F. and Child, M. R., *Proc. IEE*, **99** (1952), Part III, No. 58.