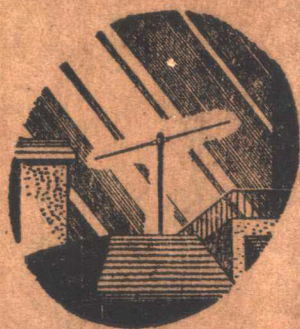


應用無線電精華

范鳳源 著



科學書報社印行

◀ 版權所有 ▶

應用無線電精華

著 者 范 鳳

出 版 者 科 學

上海(9)

1952年10月 再版 1000

應用無線電精華

目 次

1. 鐵心線圈設計	范鳳源 207—217
2. 高週率強力放大設計	范鳳源 226—229
3. 天線發射問題	范鳳源 230—231
4. 各式修理校驗儀器使用法略述 (一)	范鳳源 232—238
5. 週率線圈儲電器圖表	范鳳源 265
6. 電阻自述表	范鳳源 266
7. 諧振原理	范鳳源 267—268
8. 天線長度及有效長度	范鳳源 285
9. 保險鉛絲應用表	范鳳源 285—286
10. 聲音放大	范鳳源 287—312
11. 各式修理檢驗儀器使用法略述 (二)	范鳳源 313—324
12. 發射機之調節方法	范鳳源 325
13. 收音機之重要改良方法	范鳳源 326—327
14. 電阻並聯計算圖表	范鳳源 328—329
15. Q常數的簡易測量法	丁惠德 335—327
16. 屏極發紅之防止及避免方法	范鳳源 348
17. 電鍍的研究	士星 349—358

鐵心線圈設計

范鳳源

通有電流之鐵心阻流圈，其四週皆產磁場，其磁力線由北極而南極，經過鐵心或空氣而後達於南極。此北極之決定即由電流在線圈之方向，用右手定律決定線圈之一端為北極，由此端至線圈之彼端曰南極。凡磁力線所行之路，曰磁路。合磁路之各段，其磁場密度，各各不同，但磁力線之總數則一律相等。

一切磁鐵，均同時具有南北兩端且同一磁鐵之兩極，其磁極強度必相等。

磁極強度

(m)：係一單位磁極 (unit pole) 與一相同之磁極，相距一公厘之距離，則二極間產生一達因 (dyne) 之引斥力者，此種磁極之強度謂之一磁極強度。

力矩：在物理學上，有支點之物體，受力之作用時，由支點引至力之作用線之垂直距離，稱為力臂，臂與力之相乘積，稱為力矩。用石磨粉，其轉動磨子者為橫木柄。以磨子之中心為支點，則橫木柄愈長，愈易轉動。蓋力矩愈大，愈得效果。力矩者力與

距離相乘之積。即推動磨子之力，乘橫木柄之長度是也。此長度自橫木柄外面之一端至磨子中心為止。

磁力矩

$$(m) = m \times l$$

m = 磁極之磁極強度

l = 此磁鐵之長度 (公厘)

M = 此磁鐵所有磁力矩。

磁化強度 (Intensity of magnetization) 者每一單位體積磁鐵之力矩 (Magnetic moment for unit volume) 也，換言之，即磁鐵之每一平方公厘面積的磁極強度也。

$$T = \frac{M}{V} = \frac{M}{lA} = \frac{ml}{lA} = \frac{m}{A}$$

T = 磁鐵之磁化強度 in dynes/cm²

M = 磁鐵之磁力矩 in erg

l = 磁鐵之長度 (公厘)

A = 磁鐵之橫截面積 (平方公厘)

V = 磁鐵之體積 (立方公厘)

m = 磁鐵之磁極強度 in dyne

磁場強度 (Intensity of magnetic field) 者蓋在某一點之處，置一單位磁極 (Unit pole) 以測量，則舉凡施於此單位磁極上之磁力之總

和，稱爲此點之磁場強度。磁場強度，又名電場密度 (Field Intensity) 或名磁化力 (Magnetizing force) 普通以 H 代表之。凡一單位磁場強度，則名曰高斯 (Gauss)，蓋在一單位磁極上，受到一達因 (dyne) 之磁力，或謂之一平方公厘面積上有一條磁線 (1 line of force) 通過。又可謂之一高斯磁場密度，乃一平方公厘上一馬克斯惠爾磁力 (maxwell) 通過也。

在空氣中每平方公厘面積內之磁線數，曰磁場強度。在磁鐵等物中，每平方公厘橫截面積內通過之磁線數，稱曰磁線密度 (Flux density)，或磁感應強度 (Magnetic Induction) 或磁流密度 (Magnetic density)，或謂之磁力 (Magnetism)，普通皆以 B 代表之。 B 指每平方公厘面積之磁線密度。 B 指每平方英寸面積之磁線密度。

Φ = 磁流 (Magnetic flux) 或
總磁感應 (Total induction)

$$\Phi = BA$$

A = 磁鐵之橫截面積

比磁感 (Magnetic Permeability) 又稱導磁係數。蓋以同一線圈，通以同一電流，當線圈中爲空氣心子時，則其磁流密度爲 H 。當線圈中爲鐵心子時，則其磁流密度大增，而爲

B 。於以可知鐵質之導磁性較空氣大 μ 倍。使以空氣之導磁性爲 1，則鐵之導磁性爲 μ 。故

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{B}{H}$$

庫倫氏定律

在西歷紀元前六百年希臘人已知琥珀受磨擦後，可以吸取燈草屑或小紙。西歷一千六百年始知此乃受電氣感化所致。西歷一七三五年 Du Fay 始謂有陽電陰電之分。然而我國在西歷紀元前二千四百年黃帝伐蚩尤之時，已知磁石之應用。迨後那威人來中國，始將磁石故事傳至歐洲。載在西歷一〇六八年生之某哪威人所寫之書中，謂磁石又稱導石 (Lodestone or leading stone)。最後歐洲在小亞細亞 Magnesia 地方，尋獲天然磁鐵石，含氧化鐵百分之七十二，因叫此磁石曰 Magnesia 或 Magnetite，故今有 Magnetism 磁之名稱。在昔中國牆懸寶劍，一則指南，一則指北，經若干年後，一劍之端爲北極，一劍之端南極，二極相吸，故我國有雌雄劍之稱。一則曰干將，一則曰莫邪，乃純鋼受磁化感應所致也。然而同性相驅，異性相吸，吾國固早有此說也。

庫倫氏謂磁力之大小，由於磁鐵中所含磁量 (Quantity of magnetism) 之多寡而不同。如果有二極焉。一則磁量爲 m ，一則磁量爲 m' ，

而彼此之中心距離爲 r ，則二極間所產生之吸力或斥力爲 F 。

$$F \text{ (dyne)} = \frac{mm'}{\mu r^2}$$

真空或空氣之 $\mu = 1$ mm'爲絕對值單位 (C.G.S. Unit) r 爲公厘， F 爲達因。

$$H = \frac{m}{\mu r^2} \text{ (Gauss) (高斯)}$$

今有 m' 磁量之磁極，置於 H 磁場中，則此磁極所受到之力，應爲

$$F = m'H$$

$$\text{而 } B = \mu H = \frac{m}{r\mu^2}$$

若在空氣或真空中 $\mu = 1$ ，則

$$B = H,$$

$$\phi = BA$$

今有一單位磁極，則離此極一公厘之圓球表面上，每一平方公厘有一達因之磁力。圓球之面積爲 $4\pi r^2$ ，則此單位磁極有 $4\pi r^2$ 磁線。因爲 $r = 1$ 公厘，而一公厘一達因之磁力曰一磁線，則此單位磁極有 4π 磁線。

若一磁極爲 m 磁量，則離此極一公厘之圓球表面上，其總磁線數應爲 Φ

$$\phi = BA = \frac{m}{r^2} \times 4\pi r^2 = 4\pi m$$

因此可知磁極有若干 X 磁量，則其總磁線必爲 $4\pi X$ 之值。

$$\text{因爲 } T = \frac{m}{A}$$

$$m = TA$$

$$\text{故 } \phi = 4\pi TA$$

$$B = 4\pi T$$

如果此磁鐵置在一磁場中，此磁場之磁線與磁鐵之磁線係同一方向，如此則

$$B = H + 4\pi T$$

$$\text{假使 } K = \frac{T}{H} \quad K = \text{Suscepti}$$

bility 磁化係數

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{H}{H} + 4\pi \frac{T}{H} \\ = 1 + 4\pi K$$

鐵心在電磁場內，由磁化作用，變成磁鐵。此磁鐵復在其四週之空間，產生一磁場，其方向與線圈之電磁場一致，故兩者合併爲電磁鐵之總磁場。 $B = H + 4\pi T$ ，其中 H 爲線圈無鐵心時之電磁場， T 爲鐵之磁化強度。

按鐵之磁化強度 T ，與其原動力 H ，有相當關係，大概 H 愈大， T 愈強。 TH 曲線彷彿真空管特性曲線一般， T 之飽和點爲 $H = 50$ ， $T = 1706$ 飽和點。

在磁化曲線直線部， $T = KH$
 $K = \text{Susceptibility}$ 磁化係數， K 值愈大，磁化愈易。故選擇磁體，須有甚大之磁化係數者。普通鐵 $K = 100$

至 200。優良之鐵 $K=400$

在磁化曲線非直線部， $T=KH$ 。
因在飽和部份， K 非恒數，其值漸小， $T=$ 恒定不變， K 幾及於零。

然 μ 亦隨 H 而變，蓋 $\mu=1+\pi K$ ， K 之值既欲變， μ 何能不變。故 H 甚大時， $K=0$ ， $\mu=1$ 。又 H 甚小時， $\mu=100$ 。 H 稍大， μ 之增加甚速，達

一最大值。（此最大值或為1000或為5000）。如再增加 H ， μ 反減少，及 K 至0時， $\mu=1$ 。 μH 之特性曲線，彷彿如諧振曲線一般。

普通磁體之比磁感皆大於 1，非磁體之比磁感皆等於1。

由此觀之，吾人可將第之 $B=\mu H+4\pi KH$ 之公式，作成下表

H	K	μ	B	鐵
最小時	為常數	為 100 左右	隨H而增大	易磁化
略大時	為甚大之常數	為1090至5000	較H之增大更甚	最易磁化
最大時	漸減小至零	為1	祇空氣中磁線密度增大。鐵中磁線密度不變	飽和不易磁化

(A) 在每公厘 $H < 0.3$ 安培圈 (Ampere turns) 時，軟鐵 (Annealed Soft iron) 之比磁感，可用下列求得：——

$$\mu = 183 + 1730H$$

但此公式對於合金鋼則不確，蓋合金鋼 (Permalloy) (含鎳 78.2% 鐵 21.3%) 在每公厘 0.002 安培圈時，有比磁感 = 10000，而在每公厘 0.04 安培圈時，有比磁感 = 90000

(B) 在每公厘 0.2—1 安培圈時，並無簡單公式可以求此磁感。

(C) 在鋼 (Annealed Steel) 則每公厘逾 1 安培圈之 H 時

$$\mu = \frac{1}{a + \sigma H} + 1$$

在硬鋼 (Hardened Steel) 則每公厘逾 40 安培圈之 H 時，

$$\mu = \frac{1}{a + \sigma H} + 1$$

按鋼有多種， a 及 σ 皆各各不同。

(a) 在 $H (=NI/l) = 1-40$ 間則砂鋼 (2.5% Silicon Steel, annealed) : ——

$$a = 1.0 \times 10^{-4} = .0001$$

$$\sigma = 7.85 \times 10^{-5} = .0000785$$

砂鋼 (3.5% Silicon Steel annealed) : ——

$$a = 1.3 \times 10^{-4} = .00013$$

$$\sigma = 7.84 \times 10^{-5} = .0000784$$

(b) 在 $H = 40-60$ 間則

砂鋼 (2.5% Silicon steel, annealed)

) : —

$$a = 9.4 \times 10^{-4} = .0009$$

$$\sigma = 6.24 \times 10^{-5} = .0000624$$

矽鋼 (3.5% Silicon steel, annealed

) : —

$$a = 9.2 \times 10^{-4} = .00092$$

$$\sigma = 6.39 \times 10^{-5} = .0000634$$

(c) 在 $H = 2-10$ 間, 則

炭鋼 (Carbon steel sheets, annealed) : —

$$a = 1.1 \times 10^{-4} = 0.00011$$

$$\sigma = 7.0 \times 10^{-5} = 0.00007$$

按 μ (比磁感) 在磁場強度 H 不大之時, 則溫度增高, μ 亦增大。譬如鐵質在 $H = 0.3$ 時, 則溫度自攝氏 0 度至 400 度, μ 之增高極微, 彷彿不增。迨過 400 度至 600 度, μ 已漸增, 600 度以上, 溫度愈高, μ 之增高極速, 在 600°C 時 $\mu = 100$, 700°C 時 $\mu = 1500$, 785°C 時 μ 自 3000 直昇至 10000 以上。

μ 在 $H = 4$ 時, 則溫度增高, 其值不變, 常為 2500 左右。迨至 700°C 時, 其值降落, 迨 785°C 時 $\mu = 0$ 。在 $H = 45$ 時, 其值為 400, 溫度增高, 其值漸降, 至 785°C 時, $\mu = 0$ 。

Gray Cast Iron 生鐵之磁性

($B_m = 15000$ 飽和)

B/lcm	H/lcm	NI/lcm	μ
1550	9.92	7.891	156.3
3100	16.28	12.95	190.5

4650	25.42	20.22	182.9
6200	40.61	32.30	152.9
7750	66.65	53.02	116.3
9300	112.29	88.53	83.6
10075	159.65	127.0	63.1

Gray Cast Iron 生鐵片之磁性

B/l"	H/l"	NI/linch	μ
10000	64	20.04	156.3
20000	105	32.89	190.5
20000	164	51.36	182.9
40000	262	82.06	152.9
50000	430	134.68	116.3
60000	718	224.49	83.6
65000	1030	322.60	63.1

Wrought Iron Forgings 熟鐵之磁性

($B_m = 22600$ 飽和)

B/lcm	H/lcm	NI/lcm	μ
1550	1.860	1.480	833.3
3100	2.325	1.850	1333.3
4650	2.790	2.219	1595.8
6200	3.565	2.836	1739.1
7750	4.650	3.699	1666.6
9300	6.820	5.425	1363.6
10075	—	—	—
10850	10.08	8.015	1076.9
12400	16.12	12.82	769.2
13950	31.00	24.66	450.0
15500	66.05	53.62	232.6
16275	97.65	77.88	166.6
17050	160.43	127.62	106.3

Wrought Iron Forging 熟鐵之磁性

B/l"	H/l"	NI/l _{inch}	μ
10000	12	3.758	538.3
20000	15	4.698	1333.3
30000	18	5.638	1595.7
40000	23	7.204	1739.1
50000	30	9.396	1666.6
60000	44	13.78	1363.6
65000	—	—	—
70000	56	20.36	1076.9
80000	104	32.57	769.2
90000	200	62.64	450.0
100000	430	134.68	232.6
105000	630	197.32	166.6
110000	1035	324.16	106.3

Unannealed Cast Steel 澆鋼之磁性
($B_m = 20000$ 飽和)

B/lcm	H/lcm	NI/lcm	μ
1550	2.790	2.219	555.5
3100	4.340	3.452	714.3
4650	5.425	4.312	857.1
6200	6.665	5.301	930.2
7750	8.370	6.658	925.9
9300	11.16	8.878	833.3
10075	—	—	—
10850	15.35	10.85	707.1
12400	22.63	18.00	547.8
13950	34.88	27.74	400.0
15500	58.13	46.24	266.6
16275	—	—	—
17050	113.15	90.01	150.7
17825	157.33	125.15	113.3

Unannealed Cast Steel 澆鋼之磁性

B/l"	H/l"	NI/l _{inch}	μ
10000	18	5.638	555.5
20000	28	8.770	714.3
30000	35	10.96	857.1
40000	43	13.47	930.2
50000	54	16.91	925.9
60000	72	22.55	833.3
65000	—	—	—
70000	99	31.01	707.1
80000	146	45.73	547.3
90000	225	70.47	400.0
100000	375	117.45	266.6
105000	—	—	—
110000	730	228.64	156.7
115000	1015	317.90	113.3

Unannealed Sheet Iron 澆鐵餅之磁性
($B_m = 226000$ 飽和)

B/lcm	H/lcm	NI/lcm	μ
1550	2.480	1.973	625.0
3100	3.565	2.836	869.6
4650	4.340	3.452	1071.4
6200	5.115	4.069	1212.1
7750	6.510	5.179	1190.4
9300	8.215	6.535	1131.0
10075	—	—	—
10850	10.54	8.384	1029.4
11400	14.57	11.59	851.0
13950	21.39	17.02	652.2
15500	33.17	26.39	467.3
16275	—	—	—

17050	57.97	46.11	294.1
1782	—	—	—
18600	112.38	89.39	165.5
19375	166.63	132.55	116.3
Annealed Sheet Iron 燒鐵片之磁性			
B/l"	H/l"	NI/linch	μ
10000	16	5.011	625.0
20000	23	7.204	869.6
30000	28	8.770	1071.4
40000	33	10.34	1212.1
50000	42	13.15	1190.4
60000	53	16.60	1132.0
65000	—	—	—
70000	68	21.30	1029.4
80000	94	29.44	851.0
90000	138	43.22	652.2
100000	214	67.02	467.3
105000	—	—	—
110000	374	117.14	294.1
115000	—	—	—
120000	725	227.07	165.5
125000	1057	346.69	116.3

磁滯損失 (Hysteresis loss)

磁滯者磁鐵在磁化時所抵抗之一種惰性也。交流電通過鐵心線圈，則一部份電力消耗於鐵之磁滯作用，其結果為使鐵發熱。今如在一立方英寸之鐵質上，電之週率變化一週波，時間為一秒鐘，其消耗於磁滯作用之電工率為 a 瓦特，則有 V 容積之鐵質（立方英寸），在交流電 f 週率之電

壓上，（即每秒鐘 f 週波），則所有總消耗於磁滯損失者，

$$P_h = aVf$$

P_h = 磁滯損失 (瓦特)

a = 每一立方英寸鐵之磁滯損失 (瓦特)

V = 鐵之容積 (立方英寸)

f = 交流電之週率 (週波)

a 之數值，可由 B (磁線密度) 值尋獲之。

B = 每平方英寸之秒線密度。

B (平方英寸之磁線密度) a (每立方英寸鐵之磁滯損失) 瓦特數

0	0
10000	0.001
20000	0.0024
30000	0.0047
40000	0.0065
50000	0.0090
60000	0.0125
70000	0.0167
80000	0.0206
90000	0.0249
100000	0.0280
110000	0.0330
120000	0.0375

Steinmetz 氏的磁滯損失公式

$$P_h = \frac{KVB^{1.6}f}{10^7}$$

P_h = 磁滯損失 (瓦特)

B = 每平方公厘面積之磁線密度

f = 電之週率 (週波/秒)

V = 鐵之體積 (立方公厘)

K = 磁滯係數

徐冷鐵片或鋼片 (Annealed sheet iron and steel) $K = 0.0035$

鑄鐵 (Gray cast iron)

$K = .013$

鑄鋼 (Cast steel) $K = 0.003$

$$P_h = \frac{0.83KB^{1.6}Vf}{10^7}$$

P_h = 磁滯損失 (瓦特)

K = 磁滯係數 (同上所載, $K = .0035$ 或 $.013$) 或 0.003

B = 每平方公厘之磁線密度

f = 週率 (週波/秒)

V = 鐵之容積 (立方英寸)

$$P_h = KfVB_m^{1.6} \times 10^{-7} \text{ (瓦特)}$$

P_h = 磁滯損失 (瓦特)

K = 磁滯係數

V = 鐵之容積 (立方公厘)

B = 每平方公厘面積之最大磁線密度 (高斯) K 之數值, 可依

下表求得

按磁滯損失之公式係由 BH 曲線

之 BH 環 (B. H. loop) 面積乘 $\frac{1}{4\pi}$

而求得之

依 Weber 原子理論, 謂磁鐵未受磁化前, 其原子排列甚紛亂, 一經電力之磁化, 原子完全排成南北向之整齊式, 故消耗電力的一部分是謂磁滯損失。蓋磁鐵之原子須經相當時間始能將完全原子, 排成整隊方式, 因此磁之作用, 在電之作用之後, 行動遲緩, 故稱磁滯。

渦流損失 (Eddy Current loss)

$$P_e = KVf^2t^2B_m^2 \times 10^7 \text{ (瓦特)}$$

P_e = 渦流損失 (瓦特)

V = 鐵之容積 (立方公厘)

f = 週率 (週波/秒)

t = 鐵片之厚度 (公厘)

B_m = 鐵每平方公厘面積之最大磁線密度 (高斯)

K = 渦流係數

鐵片 $K = 0.00012 - 0.00025$

砂鋼片 $K = 0.000043 - 0.000098$

在鐵片不滿 0.025 英寸厚者, 渦流損失可以下列公式求得之

$$P_e = 1.5t^2f^2B^2 \times 10^{-10} \times W$$

P_e = 渦流損失 (瓦特) (在攝氏零度時)

物	質	K
鐵 (Iron)		0.001—0.0055
砂鋼 (Silicon Steel)		0.0007—0.002
Hysteresis Steel		0.001—0.0015
鑄鐵 (Cast iron)		0.013—0.014
鑄鋼 (Cast steel)		0.0032—0.028

t = 鐵片之厚度 (英寸)

f = 週率 (週/秒)

B = 每平方英寸面之磁線密度

W = 鐵片之重量 (磅)

以上所述在攝氏零度時之渦流損失，倘熱度升高攝氏一度，則損失減少千分之五。

按此種鐵片在攝氏零度時，每立方公厘容積之比耗阻為10兆分歐姆。鐵每立方英寸之容積重0.282磅。

鐵心線圈之磁感量

依 Morecroft 氏之意見，謂如果鐵心之 BH 特性曲線已知，則鐵心線圈中之電流及其線圈之圈數，與夫線圈之長度，皆可測量而得，因此 $\frac{NI}{l}$

可以計算而得。由 $\frac{0.4\pi NI}{l}$ 之值，在 B

H 特性曲線上，尋覓 B 之值。由此 B 值及線圈鐵心之橫截面積，可算得磁線之數。

$$\Phi = BA$$

$$\text{由 } \frac{\Phi N}{l} \times 10^{-8} = L \text{ (亨利) 公式}$$

，求得鐵心線圈之磁感量。以上所述指並無空氣隙鐵心線圈之算法。

高週率之所以不能用鐵心線圈者，蓋以渦流損失隨週率之二次方而增進，其損失甚大。以甚大之渦流在鐵心上流動，產生反方向之磁線，與鐵心原有磁線相抵抗，因此鐵心線圈之

磁感量大減。此種現象，又稱磁鐵之集膚作用，即意謂在高週率上磁鐵僅表面部有磁線通過，彷彿高週率導線上之集膚作用，增加阻力一般。

此種渦流之減少方法，(一) 將鐵心割成若干各隔有絕緣質之鐵片，

(二) 用不易導電之高阻力磁鐵，磁鐵有甚大電阻，則渦流可小。因此之故，鐵心線圈，皆用矽鋼薄片。然而此種方法，對於高週率，功效尚不滿意。乃用鐵屑，混和絕緣質，壓成鐵心型，狀如環圓，且留有空隙，毋使鐵心之磁化飽和。如此方法，則鐵心線圈可應用於100KC左右之高週率上。但在100KC以上，鐵屑上仍有磁鐵集膚作用，而渦流損失仍大，故100KC以上之週率，仍少用鐵心線圈也。現今最新方法，則不用鐵屑，而用合金鋼屑 (Permalloy dust)，則較之鐵屑線圈為佳。但無論如何，在比較高之週率上，鐵心之損失，終較銅線 I^2R 項損失為大，故主張用細銅線，小鐵心，而圈數則特別加多，則損失比較減少。

高週率之不用鐵心線圈者，亦以鐵心在高週率之時，比磁感減小。蓋鐵心表面下半公毫之處 (half millimeter)，已無磁線通過。故鐵心所用鐵片其厚度須較 .0075 公厘 (.0075 cm) 為小。普通 60 週波用之鐵片為 12—18 密爾 (12—18 mil) (1 mil =

0.001 inch) 低週率用之鐵片爲 1—3 密爾。

按渦流之方向，與線圈之電流方向相反。線圈之電流，環繞鐵心而週轉通過。渦流之電流，則依線圈之圓周，在其下，逆流而上，倒電流之方向，而在鐵心流動。故鐵心改爲平鋪之一層一層之鐵片，則渦流須由左面一層一層由下流上，至最高一鐵片，橫行至右，再從右面一層一層流下，如此周流。因爲鐵片各層間有絕緣質，故渦流可因此消除。

鐵心線圈之磁感量，雖等於空氣心子線圈之磁感量乘鐵之比磁感之積。但比磁感並不恒定。電流過強，其值減低，因此磁感量亦低。此蓋鐵心受大電流之感應，而磁線密度飽和，故 Φ 減少也。欲免此弊，惟在鐵心磁路中，設一空氣隙，藉以加添磁阻，則 Φ 減少，而B亦不易飽和矣。

無線電之鐵心阻流圈，有交流直流通過。直流之作用，使鐵心產一固定磁動力，若此值太大，則B飽和，對於阻止交流之磁感量轉小。今若在鐵心磁路中，設一空氣隙，則直流電所產生 Φ 減少，B亦減少，於是阻止交流電之磁感量加大。阻流圈之功效遂著。不過空氣隙不可過長，否則磁阻太大，磁感量太小，則不能阻止交流電矣。普通製造鐵心阻流圈者註明直流電流值，如註有20亨利，60千分

安培之鐵心阻流圈，其意即謂直流電應爲60千分安培，則磁感量達20亨利。倘電流超過60千分安培，或少於60千分安培，則磁感量皆減少而不滿20亨利。其中尤以超過註明電流值時，磁感量減少極甚。

鐵心使線圈之同一磁動力，產生多量磁線，因此在一小體積中可生甚大之磁感量。且所耗費之材料不多。雖然鐵心之過去如何歷史，其磁性往往不同，且磁鐵之比磁感在不同磁線密度時，其比磁感值各各不同，故一鐵心線圈之磁感量，與線圈流過之電流關係甚巨。如果流過線圈之電流爲交流電，則在一週波之不同部分時，其磁感量各各不同，因此產生許多副波 (Harmonics)。而渦流損失隨週率以增高，其急激增添，遂使鐵心線圈幾爲無用之物。故雖在15000 週波以下時，鐵心線圈之磁感量仍與電流有關也。

普通鐵心線圈之磁感量，依 V. Karapetoff 氏之意見用下列公式計算

$$L = 1.257 N^2 \mu \times 10^{-8} \text{ (亨利)}$$

N = 線圈之圈數

μ = 鐵心之比磁感

此公式對於空氣隙之鐵心線圈，可用。

(1) 鐵心阻流圈之磁感量

$$(a) L = \frac{0.47NA}{I} \times 10^{-3} \text{ (亨利)}$$

L = 鐵心阻流圈之磁感量(亨利)

N = 鐵心阻流圈之圈數

A = 鐵心之橫截面積(平方英寸)

I = 鐵心阻流圈中經過之電流 (安培)

$$(b) G = 6.6NI \times 10^{-5} \text{ (英寸)}$$

G = 鐵心磁路空氣隙之長度 (英寸)

N = 鐵心線圈之圈數

I = 鐵心線圈中之電流 (安培)

$$(2) L = \frac{3.1N^2A \times 10^{-8}}{G} \text{ (亨利)}$$

L = 鐵心阻流圈之磁感量(亨利)

N = 鐵心線圈之圈數

A = 鐵心之橫截面積(平方英寸)

G = 鐵心磁路空氣隙之長度 (英寸)

$$G = \frac{3.3NI}{B} \text{ (英寸)}$$

G = 鐵心阻流圈空氣隙之長度 (英寸)

N = 鐵心阻流圈之圈數

I = 鐵心阻流圈通過之電流數 (安培)

B = 鐵心之磁線密度，以每平方英寸有若干磁線作計算。

B = 每平方英寸50000 磁線 (此指在交流電50—60週波之週率者)

今有一鐵心線圈An iron choke.

磁感量 $L = 30$ henrys, 電流 $I = 300$ ma, 鐵之橫截面積 $A = 3.8\text{cm} \times 4.6\text{cm}$, 空氣隙 $G = 4 \times .08$ cm, 求圈數與電線號數

用下列公式

$$L = \frac{.47NA}{I} \times 10^{-3}$$

$$\text{即 } 30 = \frac{0.47NA}{.3} \times 10^{-3}$$

但是 $A = 3.8\text{cm} \times 4.6\text{cm} = 17.48\text{cm}^2$
 $= 2.8$ 平方英寸

$$30 = \frac{0.47N \times 2.8}{.3} \times 10^{-3}$$

$$N = \frac{9}{0.47 \times 2.8 \times 10^{-3}} = 6850 \text{ 圈數}$$

30號電線

$$G = 6.6 NI \times 10^{-5}$$

$$G = 4 \times 0.8\text{cm} = 4 \times .032 = .128$$

$$0.128 = 6.6N \times .3 \times 10^{-5}$$

$$N = \frac{.128}{6.6 \times .3 \times 10^{-5}}$$

$$N = \frac{0.064}{.99 \times 10^{-5}} = 6470 \text{ 圈數}$$

30號電線

代入下列公式

$$L = \frac{0.47 \times 6470 \times 2.8}{.3} \times 10^{-3}$$

$$L = 28.15 \text{ 亨利}$$

$$\text{差誤 } 30 = 28.15 = 1.85 \text{ 亨利}$$

高週率強力放大設計

范鳳源

(1) 設計前，先假定 $I_p - E_p$ 特性曲線，在柵正電壓時，為互相平行，且等距離的。

(2) $I_p = K (e_g + e_p/\mu)$

(3) 放大係數 μ 假定不變，同時柵電流與最高峯屏電流須預先假定之，方可設計。

I_m = 高峯屏流

I_1 = 屏流基本部份之最高峯值

I_2 = 屏流第二次副波之最高峯值

I_{dc} = 直流電屏電流

E_b = 屏電源電壓

E_c = 柵極固定之丙負電壓

E_1 = 前面推動級之最高輸入電壓

E_o = 最高輸出電壓

E_{pmin} = 屏電壓之最小值

E_{gmax} = 柵電壓之最大正電壓

P_1 = 直流屏輸入電工率

P_o = 高週率輸出電工率

θ = 基本週率上導電角度。

(按乙類放大之導電角度為 180° ，而丙類放大之導電角度為不滿 180°)

因為製造真空管者並不供給「允許的最高峯屏電流」，故必從燈絲之

電工率上估計其值。

(1) 鎢絲之電工率 (watt) 乘以 2 至 4 即得屏電流最大值 (m.a.)，此根據安全係數為 1，如果係推挽式放大或係調幅級，則再乘以 0.6 至 0.7，以保證其工作如直線。

(2) 銻針鎢絲之電工率 (watt) 乘以 10 至 35，即得最大屏電流 (m.a.) 根據安全係數為 3 至 10。

(3) 銻氧化物燈絲之電工率 (watt) 乘以 10 至 40，即得最大屏電流值 (m.a.)，此根據安全係數為 5 至 15。

又柵電流亦須假定，大約屏電流之百分之十至二十。如係四極管或五極管，即簾柵電流亦須假定。

丙類放大器，其屏極輸入電工率業已規定者則設計方法如下：——

(1) 選定真空管，及屏電源電壓 E_b (電壓愈高，效率愈佳，但推動電工率亦需較大)。

(2) 決定直流電屏電流

$$I_{Dc} = P_1 \div E_b$$

(3) 如果丙類放大，擇定 $\theta = 100^\circ$ 至 130° (角度愈小，屏效率愈高)

，決定高峯屏流 I_m ，與基本部份屏流 I_1 。（此可從下面曲線上，由 I_{D0} 與角度求得之）。

(4) 從允許最高峯屏電流值上，校核 I_m ，是否大致不差。

(5) 從 $I_p - E_p$ 曲線上，選定 E_{gmax} 與 E_{pmin} 值，以獲得 I_m 之屏電流值。

(E_{pmin} 須愈少愈佳，蓋效率最大也)。

(E_{gmax} 在推動電工率不高之條件下，須較 E_{pmin} 百分之八十為小)

(在四極管五極管上， E_{gmax} 須不超過簾柵電壓百分之八十，而且 E_{pmin} 須較簾柵電壓為低)。

因 $I_p - E_p$ 特性曲線，往往並不供給到柵極正電壓極大之區域，故設計者可將曲線延長伸出之，可依柵電壓為零時之直線，平行繪成之。距離則均等式假定之。

(6) 計算柵極丙負電壓

$$E_c = E_b/\mu + (E_{gmax} + E_{pmin}/\mu) \alpha$$

$$\text{上面公式中之 } \alpha = \frac{\cos(\theta/2)}{(1 - \cos(\frac{\theta}{2}))}$$

可從下面曲線中直接求得之。

(7) 計算推動電壓之最高峯值

$$E_1 = E_c + E_{gmax}$$

(8) 計算輸出電工率

$$P_o = \frac{I_1 E_o}{2}$$

$$E_o = E_p - E_{pmin}$$

$$\text{屏消耗} = P_1 - P_o$$

(9) 假定柵電流為屏電流百分之十至二十，則大約推動電工率亦可算出。

$$\text{推動電工率} = E_c I_g (D-C)$$

(10) 從真空管之最大允許值上，校核 I_{D0} 屏流直流電流， E_c 柵極丙負電壓，及推動電工率與屏極消耗 (Plate dissipation)

(11) 從輸出電工率，屏效率，推動電工率上，選定 θ 究為何度，則最適宜於工作條件。

如可能範圍，允許反覆研究，則選定幾個 E_{pmin} 與 E_{gmax} 值，重複計算多遍，以求最惠條件。

(12) 設計屏線圈與屏路可變電容器。

$$\text{屏路相當總阻 } Z_o = \frac{E_o}{I_1}$$

$$L = \frac{Z_o}{2\pi f Q} \quad (\text{亨利})$$

$$C = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad (\text{粉法拉特})$$

Q 則可自 10 至 15 假定之。

又 Q 值可從屏流第二次副波部份中求得之。

$$Q = \frac{66}{\text{第二副次波百分數}} \times \frac{I_2}{I_1}$$

I_2 則為在 θ 角度時屏電流之第二次副波部份。

(如果 Q 值甚大，則副波部份減

低，而屏路中熱損失 (Heat Loss) 大增。

丙類放大器，其輸出電工率業已規定者，則設計方法如下：——

(1) 選擇真空管與 E_b (照上述第一步方法)

(2) 從燈絲電工率上，求出允許的最高屏電流 I_m 。(照上述一樣)。

(3) 選擇 $E_{p \min}$ 與 $E_{g \max}$ (照上述第五步方法)。

(4) 計算 $E_o = E_b - E_{p \min}$

$$I_1 = \frac{2P_o}{E_o}$$

(5) 從 I_1/I_m 之比例值上，由下面曲線圖中，決定 θ 與 I_{p0} 。

(6) 計算

$$P_1 = E_b I_{p0}$$

$$\text{屏消耗} = P_1 - P_o$$

(7) 照上述第六，七，十步計算 E_o ， E_1 推動電工率

(8) 求出幾個不加 I_m ，反覆計算，以求效率最高。

或用不同的配合 $E_{p \min}$ 與 $E_{g \max}$ ，以求獲此指定之 I_m ，總之，從效率上，真空管壽命上，推動電工率上，選取適宜之情形。

(9) 照上述第十二步設計屏路之 L 與 C

在調節屏路諧振後，而屏電壓與柵極內負電壓亦經調整至適當數值後，則柵電路激勵電壓必須校正，方

始適當之 $E_{g \max}$ 可以得到。此可用高峯電壓表 (Peak Voltmeter) 測量得知。經此校正後，再把屏路輸出方面之繞圈交連，靠近之，或增加交連係數，至屏電流為適當之值，方為校正妥當。

如果此交連偶有變動，則重複需要校正屏路之 L 或 C 。

如果計算出之數值，經調整者在實際工作時，略為做些改變，往往可得極佳之結果。

凡放大器之用四極管或五極管者，則屏路之調整，祇求輸出電工率最大，可不必計較屏電流之最小矣。蓋四極管與五極管上，調節時屏電流之數值往往不十分變化，故可不甚重視之。

關於乙類放大之設計，僅採定 θ 為 180° ，即可照同樣計算。

$$\frac{I_1}{I_{dc}} = 1.75 \quad \frac{I_{dc}}{I_m} = 0.275$$

$$\frac{I_1}{I_m} = 0.45 \quad \frac{I_2}{I_m} = 0.18$$

$$\alpha = 0 \quad E_c = \frac{E_b}{\mu}$$

如果用 10 號真空管，照此方法設計，與實際值相差如下：

	設計值	實際值
I_{dc}	60	62.5
P_o	19.6	18.8
P_1	30	31.2
$E_{g \max}$	110	118