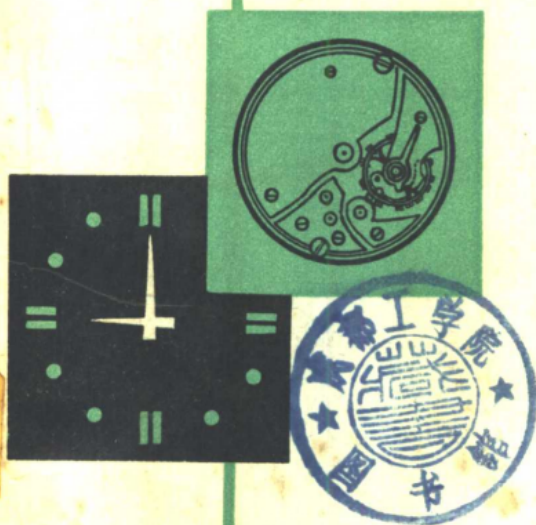


351511

成都工学院图书馆
基本馆藏

钟表机件的基本计算

秦兆良 編著



上海科学技术出版社



数据加载失败，请稍后重试！



数据加载失败，请稍后重试！

內 容 提 要

本书包括計算发条、輪片及輪軸的尺寸;計算輪片齿与輪軸齿的分配数;讲述騎馬輪系与工字輪系的作用原理;表的計时校正法与平衡摆輪法等。

本书可供鐘表制造者及修理者参考之用。

鐘表机件的基本計算

秦兆良 編 著

*

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

上海市书刊出版业营业许可证出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

上海市印刷三厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 3 12/32 字数 69,000

(原科技版印 5,500 册 1956年7月第1版)

1960年4月新1版 1964年4月第4次印刷

印数 12,001—19,500

統一书号: 15119·253

定 价: (十二) 0.40 元

題 者

本書內容偏重于鐘表機件的基本計算方法與理論方面，這和我以前所編的幾本專講實際鐘表的檢查、修理的書，目的有所不同。

解放後，我國工業蓬勃發展，一日千里。無論那一種類的機械工業都在飛速前進，從初步的修理研究進展到自己動手製造。質量上由粗到精，數量上由少到多。現在有許多工業產品漸漸地已趕上國際水平了！作為機械工業之一的鐘表工業也相應地在積極開展，國內不但對鐘表零件的製造與研究已較前大有進步，就是對表的製造也早已在天津市及上海市試制成功。因此，行見大規模鐘表製造的日子，很快就要到來。

為了供給各界進一步研究鐘表的製造技術，根據瑞士G. A. 裴爾納所著的“鐘表製造者的實際知識”並將個人年來在這一方面所知道的淺薄理論編寫成這本小書，希望能對業內外鐘表研究的愛好者，有所幫助。同時我誠摯地懇請讀者對本書的缺點或錯誤之處，隨時來信指教更正。

秦兆良 1955年11月

目 錄

第一章 發條與鋼子1

發條 發條的計算 發條的厚度、長度及高度的影响 影响發條动力的主要原因 測量發條用的动力計 發條形狀的影响 發條的面積

第二章 輪片齒牙與輪軸齒(軸齒).....22

數項基本定律 計算模數 鐘表機械的輪子工作 計算輪片齒尺寸 計算軸齒尺寸 計算輪軸齒核心直徑 計算遺失輪子 各種不同轉輪列系的鉄絲馬表 撥針機械 齒厚 計算小鋼過輪及其他軸輪的尺寸 計算遺失的大鋼輪或小鋼輪 計算遺失的分輪 齒數與軸齒數 計算下和合輪直齒 計算遺失的上和合輪直齒 檢查齒輪 輪齒的理論正确外形 抵冲錯誤 墜落錯誤 鑽眼與軸榫 潤滑工作 調整表針頂頭

第三章 騎馬輪系.....72

量測內外側垂距、承接距及曳角等 安全直綫距值 工字輪表機械

第四章 表的校准.....83

手表及挂表的校准証明書 擺輪擺動的幅度 等衡計時 快慢針游絲格子 擺輪上選擇适当游絲 大气压力

第五章 擺輪的平衡102

附錄 瑞士各種标准表發條高度與号別104

瑞士各種标准表的發條尺寸及号別105

合金譯名表106

第一章

發条与錮子

發条

在修表工作中，換配一根新發条是一件極普通的事，但修表者仍須十分小心，使該表換配發条后仍保持良好的計時性能。這就是說，應使該表擺輪的擺動限度尽可能放大，但擺輪的擺動限度，完全依靠發条所產生的動力來決定，故發条的厚度實在是一項重要的因素。

可靠的表廠經常注意它所生產的發条品質如何，它們并經常檢驗發条的品質是否有變動。發条的品質可根據發条盤入錮子中使成最多的盤圈數字來計算，亦即使發条尽可能輸出最大及最勻的動力。

一般修表者對換配發条，并無時間與儀器去研究它的性能，單憑經驗與比較，使新發条合適地配置于錮子中就算了。其實在修理一只品質優良的表時，修表者也應懂得些關於發条的普通計算，使得在修復后仍有最優良的動力，并保持準確的計時性能。如在補配新發条時，原來損壞的舊發条已經遺失，則發条與錮子的普通關系更應懂得些，否則就會造成誤配不適合的發条的情形，使表的優良計時性能喪失。

發条的計算

根據理論計算，螺旋形彈簧所具彈力的大小是與圈數多少

有关的.这理論对于可以自由松緊的彈簧,例如表中的游絲是符合的,但一根盤在錫子中的發条則不同.因为發条盤圈与盤圈間的表面上是有不同程度的摩擦作用存在,这作用也就增加了理論計算上的困难.当一根發条盤在錫子內后,第一圈所產生的动力往往变动甚大,以后各圈才比較有規律而一致,因此在表机中的發条常采用較多的圈数,例如一般均用 7 圈,即錫輪能轉动 7 轉圈.但 7 轉圈的發条,僅最后的四轉圈是用于 24 小时的運轉,前面 3 轉圈僅作备存动力而已.

假如我們采用 5 轉圈的發条,其最后的 4 轉圈用于 24 小时的運轉而备存力僅一轉圈,这根發条所產生的动力一定要比前述的一根强大,但輸出的动力比較不易一致.

圖 1-1 是从許多不同厂家的挂表發条中選擇出來的品質优良的發条的力綫圖,此發条的使用效率可达 95%.

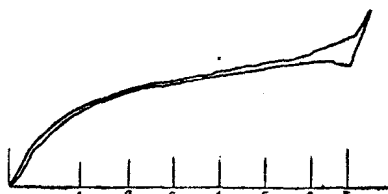


圖 1-1

圖 1-2 是手表發条的力綫圖,在圖的上部有轉緊發条时的力綫 A 及放松發条时的力綫 B,均可看出每轉圈的动力有些波动,这是由于發条在錫子中有摩擦作用所產生.这缺点經矯正后,其力綫圖示于圖的下部,动力不一致的情形已大为改善.

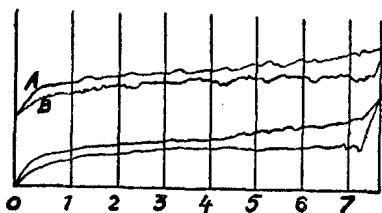


圖 1-2

假設一只表的最小計時限度是 24 小時,但計算發條的动力作用不得少于 36 ~ 40 小時,這是換配發條的基本要求。

錚子輪或發條輪的齒數與中心輪軸的軸齒(即軸瓣)數應先查明。今假定錚子輪齒數與中心輪軸齒數為 84 與 12, 比數為

$$\frac{84}{12} = 7$$

即錚子輪一轉圈相當於表機 7 小時的運轉; 錚子輪 6 轉圈相當於表機 $6 \times 7 = 42$ 小時的運轉; 錚子輪 7 轉圈相當於表機 $7 \times 7 = 49$ 小時的運轉, 因此選擇錚子輪 6 轉圈最為相宜, 發條的尺寸可根據下表中的數字來算出:

內圓半徑為 1 毫米的錚子的最大轉圈數

(表中數字均以毫米計)

轉圈數	發條厚度 e	發條長度 L	錚心直徑 d
5	0.0249	53.085	0.7968
$5\frac{1}{4}$	0.0241	55.607	0.7698
$5\frac{1}{2}$	0.0239	56.088	0.7648
$5\frac{3}{4}$	0.0235	57.361	0.7520
6	0.0231	58.791	0.7382
$6\frac{1}{4}$	0.0227	60.133	0.7256
$6\frac{1}{2}$	0.0225	61.619	0.7120
$6\frac{3}{4}$	0.0219	62.648	0.7018
7	0.0215	64.260	0.6888
$7\frac{1}{2}$	0.0209	66.800	0.6690
8	0.0203	69.400	0.6490
9	0.0192	74.200	0.6130
10	0.0182	79.100	0.5820
11	0.0173	83.800	0.5540
12	0.0165	88.400	0.5290

注: 轉圈數在 6 以下時應加 1 轉圈, 超過 6 轉圈時應加 $1\frac{1}{2}$ 轉圈

發條的高度应在量出鋼子內圓的高度后减去安全空位高度來決定,這是防止發條邊與鋼子上下表面發生摩擦,安全空位高度如下。

小型表.....0.05毫米

大型表.....0.10毫米

鐘.....1.00毫米

上表是按照內圓半徑為 1 毫米的鋼輪的最大轉圈而計算的,我們可利用此表來計算其他鋼輪半徑的發條尺寸,表中指出的各項數字是在理想上假定發條盤圈間并無空隙存在,發條外鉤與鋼子鉤所占空位亦未計算在內。

上面所述的情形,就是我們所以要在計算轉圈數上加 1 至 $1\frac{1}{2}$ 轉圈的理由。

【例 1】 鋼子內徑為 17.50 毫米,半徑為 8.75 毫米,鋼子內圓空位高度為 2.65 毫米,計算中轉圈數為 $6+1=7$ 。

發條厚度 $e=0.0215 \times 8.75=0.188$ 毫米

發條長度 $L=64.26 \times 8.75=562$ 毫米

鋼心直徑 $d=0.6888 \times 8.75=6.02$ 毫米

發條高度(即闊度) $h=2.65-0.10=2.55$ 毫米

茲再舉兩例,其中一例為手表,另一例為擺錘台鐘:

【例 2】(手表) 鋼輪 70 齒,中心輪軸齒 10,鋼子內徑 5.20 毫米;半徑 2.60 毫米,鋼子內圓空位高度為 0.95 毫米。鋼輪一轉圈與中心輪轉圈的比數為

$$\frac{70}{10}=7$$

今采用發条在錫子中轉緊后能使錫輪轉 5 圈, 这样已可使該表運轉 $5 \times 7 = 35$ 小时. 計算發条尺寸时, 錫輪轉圈应等于 $5 + 1 = 6$ 轉圈.

$$\text{發条厚度 } e = 0.0231 \times 2.60 = 0.06 \text{ 毫米}$$

$$\text{發条長度 } L = 58.791 \times 2.60 = 153 \text{ 毫米}$$

$$\text{發条高度 } h = 0.95 - 0.05 = 0.90 \text{ 毫米}$$

$$\text{錫心直徑 } d = 0.7382 \times 2.60 = 1.92 \text{ 毫米}$$

【例 3】(擺錘台鐘) 錫子內徑為 45.70 毫米, 半徑為 22.85 毫米; 錫子內圓空位高度為 18 毫米; 錫輪推動中心輪軸轉動時, 是要經過一只過輪(包括輪片與輪軸齒)為中介.

各輪齒數如下:

錫輪齒數.....92齒

過輪軸齒數.....12齒

過輪齒數.....62齒

中心輪軸齒數.....10齒

故錫輪一轉圈相當于中心輪

$$\frac{92 \times 62}{12 \times 10} = 47.5 \text{ 轉圈, 即 } 47.5 \text{ 小时}$$

如果這只鐘是八日鐘, 則所配發条應使該鐘有約 13 日的運轉力, 即等于 $13 \times 24 = 312$ 小时. 這些小時應使錫輪共走

$$\frac{312}{47.5} = 6.56 \text{ 轉圈}$$

采用了 6.5 轉圈后, 計算時的根據應是 $6.5 + 1.5 = 8$ 轉圈, 于是

$$\text{發条厚度 } e = 0.0203 \times 22.85 = 0.46 \text{ 毫米}$$

發條長度 $L = 69.40 \times 22.85 = 1,585$ 毫米

鋼心直徑 $d = 0.649 \times 22.85 = 14.80$ 毫米

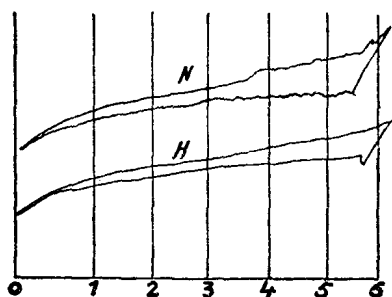


圖 1-3

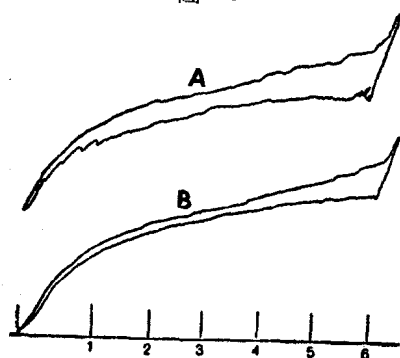


圖 1-4

發條高度 $h = 18 - 1$

$= 17$ 毫米

圖 1-3 是手表中的發條的力綫圖，力綫 N 表示發條沒有加潤滑劑，率效只有 70% 的情形；同一發條加了潤滑劑后，力綫圖成為 H，效率為 77%，較前增多 7%。

圖 1-4 是手表發條作用力綫：A 是表機發條外鉤採用洞式的。同樣發條採用了彎鉤式外鉤，則力綫圖就如 B，效率增加 9%。

發條的厚度、長度及高度的影响

在計算公式中，發條厚度 e 的立方數 e^3 ，是用來表示發條的動力值，故發條厚度是一項非常重要的資料。

我們假想一只 19'''^① (19 ligne) 表，發條厚度 e 為 0.19 毫

① 1 ligne = 2.2559 毫米。

米，平均力的力矩應為 2,800 克/毫米，這就是說一個 2,800 克的力，作用於半徑為 1 毫米的小滑車上所產生的力矩。如果我們所用的發條厚度是 0.18 毫米，則動力將減低至下列的百分比：

$$\frac{0.18^3}{0.19^3} = 0.85 = 85\%$$

亦即動力將由 2,800 克/毫米變為 $2,800 \times 0.85 = 2,380$ 克/毫米，減少的百分率為 $15\% = 420$ 克/毫米。

表機中發條的高度稍有出入是無關重要的，只要使發條不致擦着鋼子的上下表面，故我們可按照上述方法或憑實際經驗來決定。

發條長度是可以有一、二厘米的出入，這並不影響鋼輪的最大轉圈數。

影響發條動力的主要原因

1. 發條的動力變動隨轉緊程度而定。
2. 發條的彈性隨金屬的化學成分及機械處理與熱處理而異。
3. 鋼的彈性受時間的影響，發條經長時間的彎繞，使金屬受力成永久性變形。
4. 不同的溫度及不同程度的空氣濕度皆可影響發條的彈性。潮濕及含有鹽分的空氣可使發條表面生鏽，造成許多不易發現的弱點，甚至裂開。
5. 發條表面的光滑程度是影響發條各盤圈間的摩擦力。
6. 潤滑極為重要。發條必須全部施以潤滑，把發條夾在小

片油紙中，用鑷子夾住油紙抽過發條全長，發條盤入鋼子后，其上再加潤滑油數滴。潤滑油宜稍加熱，以便易于散布。

7. 發條如用簡單的外鉤鉤着鋼壁，在發條放鬆過程中很容易偏心伸張。在這種情形下，便增加了發條的摩擦力。要改善這種弊病，改用彎鉤式外鉤，發條伸張力便較均勻，以保證發條伸張時約成同心圓形，使發條的效率增加約 10%。

8. 發條最內的一圈圍繞鋼心不應太緊，同時發條內鉤洞應很好的鉤在鋼心鉤上。發條內鉤洞前端邊緣應帶圓形磨光。一般修表者可常常看到一種不正常的擦住情形，即發條里圈緊擦在鋼子底面或鋼蓋表面上。

9. 鋼子及鋼蓋的表面必須十分光潔并無粗糙、凹槽情形，因為這會妨礙發條的伸張作用。

10. 鋼輪必須在鋼心上能很靈活的旋轉。鋼子內圓的中央洞應有一凸邊，以防止潤滑油流散出去。鋼鉤與鋼心鉤厚度皆不應超過發條厚度過多。

發條的作用效率：一般發條品質的優劣，可按作用效能百分比率來分類。品質十分優良的 90~95%，優良的 80~85%，較差的 70~75%，百分率低于此數是為劣等的。

鋼輪的導力良好，不但是要依靠發條的品質，還要視發條在鋼子中的伸張情形是否自始至終能夠良好而定。

測量發條用的動力計

發條的動力損耗及動力效率等在計算中是很难獲得的，只有利用儀器“動力計”來校測（圖 1-5）。當鋼子和發條裝入儀器

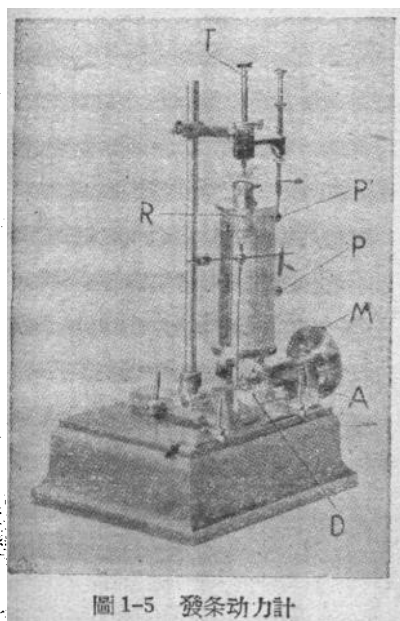


圖 1-5 發條動力計

圖 1-6 是動力計的主要部分：D 是主拉力彈簧；T 是圓紙筒及繪筆 B；HC 是繪筆用來記錄鋼輪的旋轉圈數；N 是套圈及針 A；E 是圓碟及支點 P；r 是套圈半徑。

總之，將發條鋼輪裝入儀器套圈 N 中后，因圓紙筒的旋轉，就能將發條

圓碟的套圈中后，發條的轉緊與放松使主彈簧伸張與收縮，此時圓紙筒上的筆就繪出兩力綫。此上下兩力綫分別表示發條轉緊力與放松力的波動率，而力綫間的空位即是動力的損耗率。

R 主彈簧裝置在 T 杆上
PP' 繪筆 M 轉柄
DA 圓碟及針

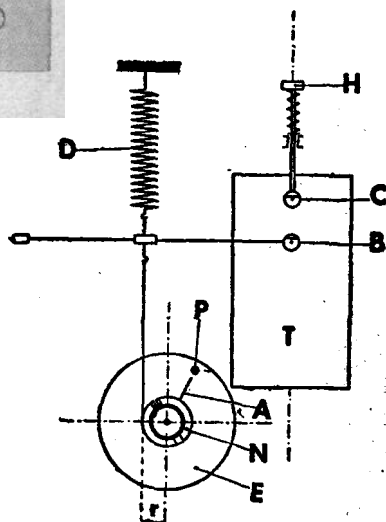


圖 1-6

的轉緊需要力由繪筆在圓筒方格紙上画出一力綫如圖 1-7 中的 a、b、c、d、e、f、g、h、及 k；当相反方向旋轉时，繪筆同样在紙上画出發条放松伸張力綫 m、n、q、r、s、t 及 u。

当完成兩力綫（如圖 1-7）后，取下記錄紙划出 ax 横座标及依据記錄划出 0~7 的鋼輪旋轉圈数直座标 ay 等。在这兩力綫間的黑色空間即是該鋼輪四轉圈等于 24 小时計时的旋动力損耗。

利用記錄紙上的分格数字獲得 as 及 ad 等的值，可計算出發条的作用效率，其方法如下：

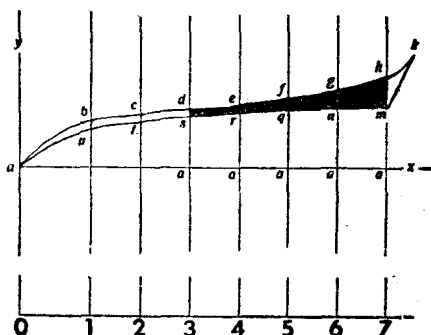


圖 1-7

	放松力	旋緊力
假定	as = 11.5	ad = 13.2
	ar = 12.2	ac = 14.3
	aq = 13.0	af = 16.0
	an = 13.2	ag = 17.5
	am = 13.8	ah = 20.8
总数	63.7	总数 81.8

$$\text{效率} = \frac{63.7}{81.8} = 0.778 = 78\%$$

利用上面數字，可計算發條的平均伸張旋力，方法如下：

$$\text{主彈簧的平均伸張} = \frac{63.7}{5} = 12.74$$

我們已知動力計主彈簧的延長率為 8 克/毫米，故作用於套圈上的力為 $12.74 \times 8 = 101.9$ 克。此套圈半徑為 5 毫米，則平均旋動力為 $101.9 \times 5 = 509$ 克/毫米。

動力計上採用的主彈簧的延長率有 2、4、6、8、或 10 克/毫米等不同的數種。

發條形狀的影響

發條旋力的損減，是由于它忍受的拉力與壓力超過了應有限度。

如果我們適當地去彎動一片鋼片或拉動一根很長的螺旋形彈簧，一經放手，便立刻恢復原來形狀與長度，若彎動力或伸長力超過它們的彈性限度，則就產生變形，造成以後彈性的減低。

在一些大型機械中，彈簧的設計都是不超過它的彈性限度。在表機械中，因為要使發條在一個極小空位中能發揮極大的伸張旋力，故往往造成鋼子中的發條，皆被彎盤得超過彈性限度。

因為有上述原因，故表機械常常會發生發條斷折的事情，尤其在一些小型表中。要減少發條的斷折，只有採用性質軟的鈹鋼發條，但它所能產生的伸張旋力便將減低，使表機擺輪的旋動角度不能達到規定。

目前計時機械研究家們在解決這個問題上，一致認為只有提高發條的品質與改善發條的外形。故發條的外形是值得討論