

鰭片式散熱片設計

王恩海 副教授
黎明技術學院機械工程系

Email:ie010@mail.lit.edu.tw

摘要

散熱片大都由風扇和散熱片所組成風冷散熱系統，而散熱片大多是由鋁和鋁合金所製成，市面上的散熱片大都是擠製型，由於電腦主機殼內的熱源不少，並且位置分佈相當複雜，對於分析整體系統的散熱問題而言，乃是一個相當棘手的問題。而這些散熱問題應該是一個電腦工程師所應加以注意的，因此重點將放在材料及表面積、體積上做不同的設計來完成實驗研究，由於改變體積、表面積、底部高低、鰭片的葉數，厚度、高度等。都可能造成溫度的變化。從不同散熱片的實驗中，底高改變後其底部者的度比底部低者溫度較高，葉片數改變時，葉片數愈多溫度就愈低相對的數量少時，溫度就較高，而鰭片高度愈高者，溫度就愈低，愈低者就溫度愈高並且利用到熱傳導學上的計算方式，了解實際溫度變化，做出最佳散熱效果的散熱片。

關鍵字：鰭片式、散熱片

1. 緒論

近年來現代科技的發展，電腦扮演一個舉足輕重的角色，其電子零件上的晶體各式各樣，琳琅滿目的不計其數，不過因應需求電子產品，逐漸走向高性能化、高頻化、高速化及輕薄化方向發展，同時晶片尺寸亦逐漸小型化，工作的效能也是愈來愈快，對電能的消耗也是愈來愈大，電能消耗的愈多，造成電子元件其單位體積所散出的熱量就愈來愈高，因此電子元件散熱問題，也就更重要了。由於英代爾公司之 PENTIUM 系列中央處理器問世以後，使得電腦的功能大大的

提昇，而在電腦的功能越強大的同時，其內部所產生的熱量也就越來越大，對於如何將這些廢熱移走是一項棘手的問題，其中又以中央處理器的廢熱處理最為重要。隨著 CPU 製造的進步，使得 CPU 晶片單位面積的發熱量迅速提高，且市面上常見的筆記型電腦為了講求輕便，運算功能強大，導致散熱問題必須尋求適當的解決。電腦眾多的零組件中，中央處理器是電腦的重心，就像動物的心臟一樣重要，而且也是最主要的發熱源，現今中央處理器不僅在運算能力上要求一定的速度，更發展出多功能處理資料的能力，在一波提昇中央處理器能力當中，卻往往疏忽掉，中央處理器外在的因素，隨著高密度構裝而來，高功率及元件高發熱量所引起系統的不穩定及可靠度的降低，使得 CPU 的散熱工作就變的相當重要，如何能維持各式電子元件，能保持在規定之溫度範圍內，以保持元件之性能穩定性及可靠度，是很重要的，所以本研究目的是利用基本散熱理論來分析與設計散熱片，並與市購的散熱片作比較，來探討因幾何所設計的散熱片對 CPU 溫度的影響。

電腦散熱器大部份是由風扇和散熱片所組成風冷散熱系統，而散熱片大多是由鋁和鋁合金所製成[1]，市面上的散熱片大都是擠製型，由於電腦主機殼內的熱源不少，並且位置分佈相當複雜，對於分析整體系統的散熱問題而言，乃是一個相當棘手的問題。事實上，現今電腦內部的散熱問題乃是如何將電腦內部個元件的配置作最適當的處理，以期達到最佳的散熱效果[2]。為配合工業上的需求，目前個人電腦使用的散熱



系統，大都採用強制空氣冷卻法，並且搭配散熱片以達到冷卻效果。

隨著 CPU 時脈越來越高，耗電量亦越來越高以及溫度的散熱系統問題的結果，各家廠商無不卯起全力設計出散熱效能越高的產品，國內廠商或許在設計及技術上都有著極高的水平，但礙於市場成本考量，一些較高階的產品幾乎都是外銷到國外，市場上充斥著一些設計理念各異，但目的都是在朝如何有效迅速帶走 CPU 高耗電所產生的高熱能的產品。

超頻會使得中央處理器的溫度大幅上升或著是電腦本體散熱度不佳，而熱所導致的電子遷移現象的發生，我們應該把 CPU 的表面溫度控制在攝氏 50 度以下，這樣 CPU 的內部溫度就可以維持在 80 度以下，電子遷移現象就不會發生。如今重要的話題即是是該用什麼有效地方式來使 CPU 的溫度降低，這是主要的課題[5]。

隨著 CPU 製造的進步，使得 CPU 晶片單位面積的發熱量迅速提高，且市面上常見的筆記型電腦為了講求輕便，運算功能強大，導致散熱問題必須尋在求是當的解決。

早期在台灣電子業談到散熱就只會想到鋁擠型，隨著 Notebook 的開發，由於其對空間效率、功能受到嚴格的挑戰與考驗，熱模流分析開始被人所重視與應用。電子熱傳不只考慮到散熱還牽扯到電子元件佈放位子、密度、空氣與對流量分布、熱的最佳交換模式與熱傳遞模式，以上種種都需要被嚴謹考量和研究。

2. 理論分析

為求鰭片之傳熱量，必須先瞭解其溫度分佈，首先，考慮一個突出物(即鰭片)，在鰭片上取一個小元素，只分析一維的狀態，以作為熱傳分析之用。在不考慮輻射且在若穩定、均勻性質的前提下，對此元素之能量平衡為

$$q_x = q_{x+dx} + hPdx(T - T_\infty) \quad (1)$$

式中 q 為熱傳量

h 為熱傳系數

P 為周長

T 為溫度

根據熱傳導的定義，則(1)式中變成

$$-KA \frac{dT}{dx} = -K \left[A + \frac{dA}{dx} dx \right] \times \left[\frac{dT}{dx} + \frac{d}{dx} \left(\frac{dT}{dx} dx \right) \right] + hPdx(T - T_\infty) \quad (2)$$

則(2)式中可整理為

$$\frac{d}{dx^2} (KA \frac{dT}{dx}) - hP(T - T_\infty) = 0 \quad (3)$$

或寫成

$$\left(\frac{d^2 T}{dx^2} + \frac{1}{A} \frac{dA}{dx} \frac{dT}{dx} \right) - \frac{hP}{KA} (T - T_\infty) = 0 \quad (4)$$

(1) 鰭片定義

在 $x=0$ ，鰭片厚度 t_0 ，寬度 W ，截面積 A_0 ，周長 P_0

在 $x=L$ ，鰭片厚度 t_L ，寬度 W ，截面積 A_L ，周長 P_L

$$A_0 = t_0 W, \quad P_0 = 2(t_0 + W) \quad (5)$$

$$A_L = t_L W, \quad P_L = 2(t_L + W)$$

$$\text{而 } A(x) = A_0 - (A_0 - A_L)(x/L) \quad (6)$$

$$P(x) = P_0 - (P_0 - P_L)(x/L)$$

將(6)式代入(3)式中，改寫成

$$\left[A_0 - (A_0 - A_L) \frac{x}{L} \right] \frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{A_0 - A_L}{L} \frac{dT}{dx} - \frac{h}{k} \left[P_0 - (P_0 - P_L) \frac{x}{L} \right] (T - T_\infty) = 0 \quad (7)$$

(2) 均勻厚度之平板鰭片

由(7)可簡化成

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{hP}{kA} (T - T_\infty) = 0 \quad (8)$$

設(a)鰭片與為平板且各處厚度及材質均勻

(b)鰭片與外界的表面熱傳條件相同

(c)穩定狀態且 t 比 W 小得可以忽略

$$\theta \equiv T - T_\infty, \quad m^2 \equiv \frac{Ph}{kA} = \frac{2(W+t)h}{kWt} \approx \frac{2h}{kt} \quad (9)$$

將(8)式改寫成

$$\frac{d^2 \theta}{dx^2} - m^2 \theta = 0 \quad (10)$$

此乃二階常微分方程式，通解為

$$\theta(x) = c_1 e^{-mx} + c_2 e^{mx} \quad (11)$$

若鰭片頂端為對流熱傳並設頂端之表面熱傳係數為 h_c ，不一定與其它面之表面熱傳係數，若 h 相同，則邊界條件為

$$x=0, \quad T - T_0 = (T - T_\infty)$$

$$x=L, \quad -K \frac{dT}{dx} = h_c (T - T_\infty)$$

$$\text{即 } k \left[\frac{d\theta}{dx} \right]_{x=L} = h_e \theta \quad (12)$$

解得溫度分佈為

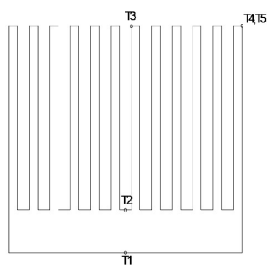
$$\frac{\theta}{\theta_o} = \frac{T - T_\infty}{T_o - T_\infty} = \frac{\cosh m(L-x) + h_e / \sinh m(L-x)}{\cosh mL + (h_e / mk) \sinh mL} \quad (13)$$

熱傳量為

$$q = \sqrt{hPkA}(T - T_\infty) \times \left[\frac{(h_e / mK + \tan \gamma mL)}{1 + (h_e / mk) \tan \gamma mL} \right] \quad (14)$$

3. 研究成果

將5條熱電偶線裝在五處測量點上，第一點在CPU 正中央與散熱片的接觸面積上，第二點在散熱片底部上方的表面積正中心點，第三點在鰭片的正中心點散熱片與表面積正上方中央，第四點在表面積最上方一邊的鰭片中心點，第五點在四角鰭片的最邊緣處。而所使用的散熱片相關數據如表一。



圖一 熱電偶安置位置

表一 散熱片外型數據

單位:mm

NO.	長(L)	寬(W)	高(H)	底部高(T)	表面積(A)
1	47	47	14	4	12561
2	47	47	18	8	13313
3	47	47	12	2	12185
4	47	47	14	4	16706.1
5	47	47	14	4	8361
6	47	47	15.3	4	13471
7	47	47	12	4	10879.3
8	47	47	14	2	24607

NO.	體積(V)	葉片數	鰭片厚度	鰭間格	鰭片高度
1	17236	30	2	3	10
2	26072	30	2	3	10
3	12818	30	2	3	10
4	17236	45	1.27	2	10
5	17236	15	4	6.75	10
6	17236	30	1.5	3.56	11.3
7	17236	30	2.5	2.44	8
8	17522	60	1.3	1.1	12

而各種形式的散熱片實驗數據如表二至表八。

表二 No.1散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
20:30	45	37.7	38.2	35.9	36.3
21:30	44.6	37.1	38	34.6	35.4
22:30	44.6	37.3	38.1	35.2	35.1
23:30	44.4	37.3	38.1	34.9	36
12:30	44.7	37.5	38.3	35.5	36.5

表三 No.2散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
15:00	41.5	36.8	37.4	37.4	34.7
16:00	41.8	37.4	37.4	38	35.2
17:00	41.4	36.8	37.6	37.4	34.7
18:00	41.5	37.8	37.7	36.4	33
19:00	41.2	36.7	37.3	36.2	33

表四 No.3散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
19:45	39.7	33	36.8	35.5	35.3
20:45	39.2	32.7	37.3	38.2	36.3
21:45	39.5	33.9	38.3	37.3	37.5
22:45	39.2	33.4	37.6	36.7	36.8
23:45	39.1	33.1	37.7	36.1	36.7



表五 No. 4散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
19:45	39.2	36.5	35.6	31.9	27.9
20:45	39.9	37.2	37.2	31.7	27.6
21:45	39.7	37.1	37.4	31.6	31.7
22:45	40.1	37.6	37.7	32	32.1
23:45	39.1	36.6	36.8	31.5	31.7

表六 No. 5散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
20:40	51.7	37.1	39	32.9	36.7
21:40	52	37.3	39.3	33.1	37.1
22:40	52.1	37.3	39.4	33.4	37.1
23:40	52	37.2	39.3	33.5	37
12:40	52.3	37.4	40.3	33.6	37.3

表七 No. 6散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
17:20	43.4	37.3	39.3	36	32.9
18:20	43.6	37.6	38.8	35.8	33.8
19:20	43.8	37.9	38.8	35.7	33.8
20:20	43.3	37.3	38.5	35.6	33.1
21:20	43.3	37.4	38.8	35.2	33.3

表八 No. 7散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
15:00	45.3	37.8	37.7	36.2	35.6
16:00	44.7	37.5	37.4	36	35.2
17:00	45.7	37.5	36.9	34.7	34.6
18:00	45.5	37.2	37	35.7	34.5
19:00	45.1	37.2	36.8	35.5	34.8

從這些數據中可分析得到散熱片底部厚度較薄者散熱較佳；散熱片之葉片數量較多者，散熱較佳；散熱片高度愈高者，散熱較佳。將這些數據帶入公式中可得到散失的熱量如表九。

表九 散熱片帶走之熱量

No	1	2	3	4	5	6	7
熱流率 (J)	501.1	215.2	860.9	173.4	1002.3	391.9	481.8

從數據中得知No. 4的熱流率較小，這是因為葉片數過多使得散熱效率提升所致。因此針對這些數據設計出No. 8的散熱片，其實驗數據如圖十。而其熱流率為154.2J。

表十 No. 8散熱片實驗數據

測試點 時間	T1	T2	T3	T4	T5
23:00	39.4	38.2	36.1	35.3	32.7
00:00	39.7	38.5	38.3	37.2	34.5
01:00	39.7	38.1	38.4	37.5	34.7
02:00	39.5	38.1	37.9	36.7	33.4
03:00	39.1	38.1	37.6	36.5	34.4

4. 結論

經由本次所測試實驗中，可知道由於改變體積、表面積、底部高低、鰭片的葉數，厚度、高度等。都可能造成溫度的變化。從此7塊散熱片的實驗中，底高改變後其底部者的度比底部低者溫度較高，葉片數改變時，葉片數愈多溫度就愈低相對的數量少時，溫度就較高，而鰭片高度愈高者，溫度就愈低，愈低者就溫度愈高，已以上之述結選出散熱較佳的優點下去分析而設計了第8塊散熱片，並依其相同的測試方法測得所有的溫度值比較出此前7塊散熱片的溫度都來的低。

如果以相同的方法來做更深入的研究，或許可得更好的結果，未來的展望也可依其方法在散熱片上可再加入熱導管或用水冷式的方法，我們相信一定可發展出一套容易且散熱效果更佳的散熱片。

5. 參考文獻

1. 依日光編著，熱管技術理論實務，復漢出版社印行，民國89年出版。
2. 林志堅，CPU 散熱片最適化之研究，國立台

灣科技大學機械工程系，民國90年出版。

3. 賴衍村,熱管散熱效益之研究,國立成功大學工程科學研究所,民國90年出版。
4. 陳明生,小型熱管製造、性能測試與熱輸送現象之研究,國立台北科技大學機電整合研究所碩士論文,民國88年出版。
5. 陳明智,PC 系統之散熱研究分析,台灣科技大學機械工程系碩士學位論文,民國87年。
6. 黃文賓,電腦 CPU 散熱片之拓樸最佳化設計策略,台灣科技大學機械工程系碩士學位論文,民國90年。
7. 王滢智,應用碎型於 CPU 散熱片之分析設計,淡江大學機械工程學系碩士班碩士論文,民國89年。
8. 雲麒錐,電腦 CPU 散熱裝置開發,台灣科技大學機械工程系碩士學位論文,民國90年。
9. 杜偉豪,新型塔式散熱器的最佳化設計分析.逢甲大學機械工程系碩士學位論文,民國97年。
- 10.Chen,C.T.,and S.H. Jan,Dynamic Simulation, Optimal Design and Control of Pin-fin Heat Sink Processes, J, Taiwan Ins, Chem. Engrs.,43,77(2012).
- 11.Chen,C.T., M.H.Chen, and W.T.Horng, Reliability-based Design Optimization of Pin-fin Heat Sinks using a Cell Evolution of Method, Int. J. Heat and Mass Transfer, 79,450(2014).
- 12.Chen, C.T.,M.H.Chen, and W.T.Horng,A Cell Evolution Mothed for Reliability-based Design Optimization, Applied Soft Computing, 15, 67(2014).
- 13.H.Gargama, S.K.Chaturvedi,A.K.Thakur, Reliability-based design optimization scheme for designing electromagnetic shielding structures, J.Electromagnetic Waves and Applic., 28,765(2014).

Fin heat sink design

En-Hai Wang

Department of Mechanical Engineering,
Lee-Ming Institute of Technology
Email:ie010@mail.lit.edu.tw

Abstract

It can be known that due to changes in volume, surface area, bottom height, number of fin leaves, thickness, height, etc. may cause temperature changes. From this experiment on 7 radiators, after the bottom height was changed, the temperature at the bottom was higher than that at the bottom. When the number of blades was changed, the more blades, the lower the temperature. When the number of blades was small, the temperature was higher. The higher the fin height, the lower the temperature, and the lower the fin height, the higher the temperature.

Keyword: Fin type, heat sink

