

# ICEPAK 在散熱器上的分析與應用

管衍德

光武技術學院機械工程系助理教授

Taiwan ICEPAK User Group Meeting

2003.02.27

# 報告內容

- 本文目的
- 前言
- 研究流程
- 結論
- 未來展望
- 系統應用

# 本文目的

本研究將針對各型INTEL Socket 478之散熱器做一電腦模擬研究與分析，並輔以實驗加以比對，並將針對實驗與模擬之間的誤差加以探討分析。最後並將以散熱器搭配電腦之系統為例，做一連串的模擬與分析。其結果除了可做為資料庫之外，亦可提供設計者未來應用之參考。

# 前言

近幾年來，電子科技無論在設計或製程上皆進步非常快速，隨著電子零件快速縮小體積、重量減輕並且操作性能急遽升高，電子冷卻將會是電子業主要的關鍵研究議題。

在電子產品週期設計週期越來越短，且成本要求越來越低的趨勢下，如何應用電腦輔助工程對電子系統進行迅速有效的散熱分析，是提昇競爭力的關鍵因素之一。

# 研究流程

- 資料蒐集
- 電腦模型建構
- 實驗平台設計
- ICEPAK簡介
- 電腦模擬與實驗比對
- 問題探討
- 模型修正

# 資料蒐集

- 散熱器的購買- 銅、鋁、加熱導管、上吹與下吹式
- 風扇P-Q Curve: 網路蒐集、廠商提供、或AMCA  
實驗
- 本研究之中，共研究16款散熱器

# 散熱器圖片與編號



A01



A02



A03



A04



A05



A06

# 散熱器圖片與編號



A07



A08



A09



A10



A11



A12



# 散熱器圖片與編號



A13



A14



A15

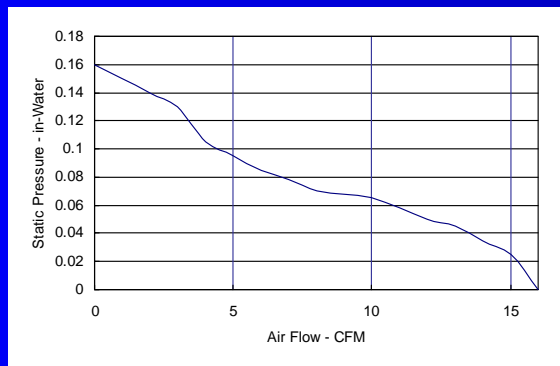


A16

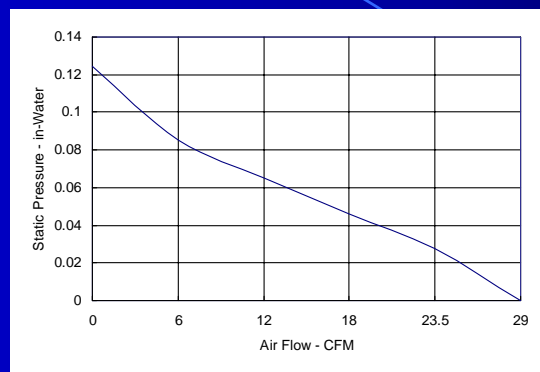


A17

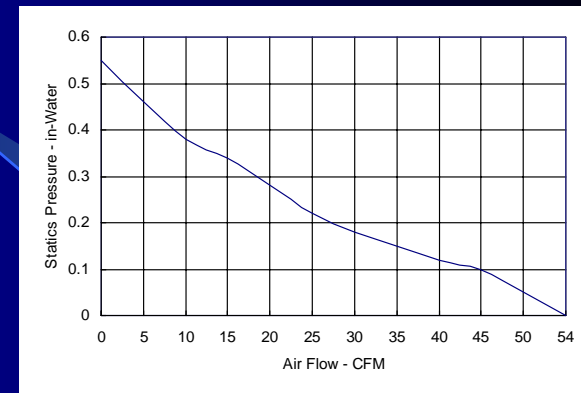
# 風扇之特性曲線



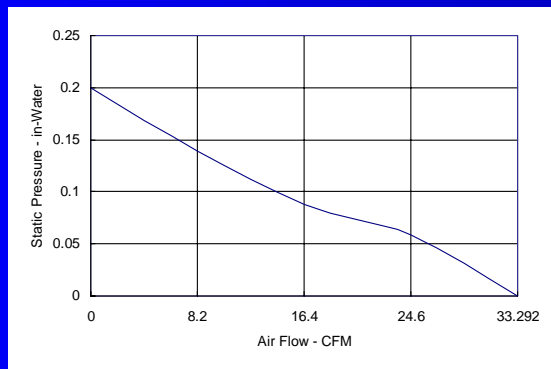
風扇 1



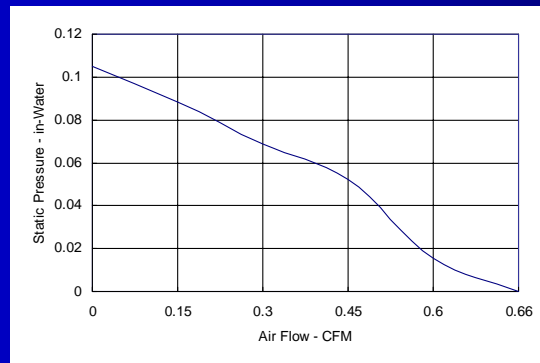
風扇 2



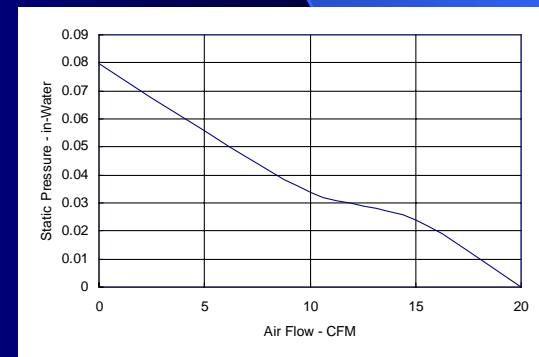
風扇 3



風扇 4

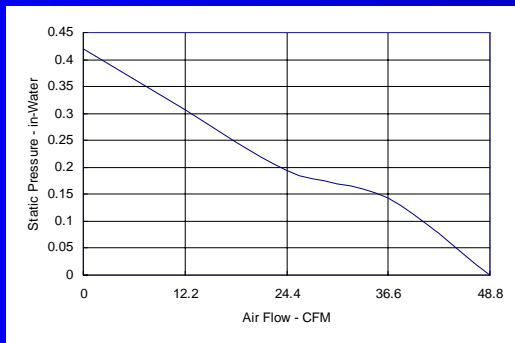


風扇 5

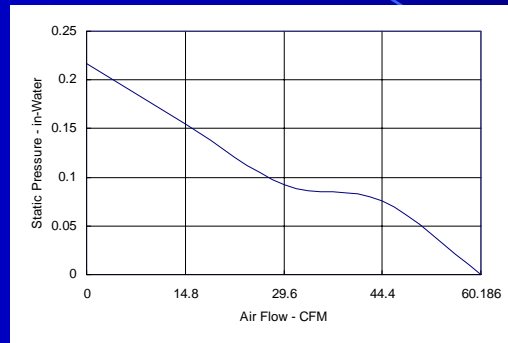


風扇 6

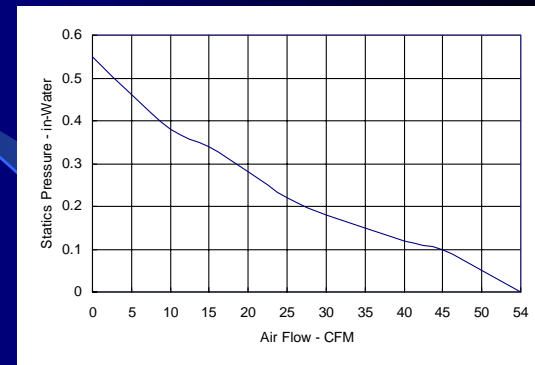
# 風扇之特性曲線



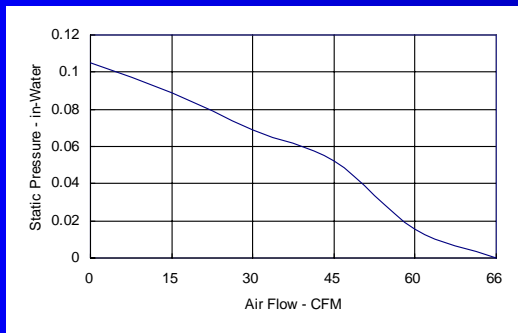
風扇 7



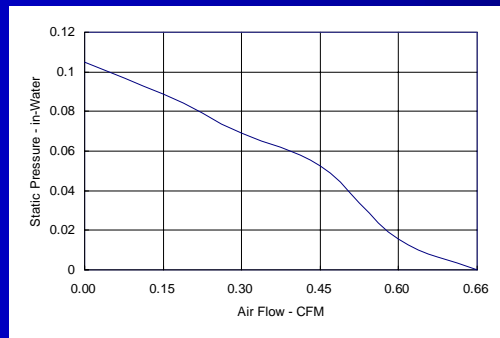
風扇 8



風扇 9



風扇 10



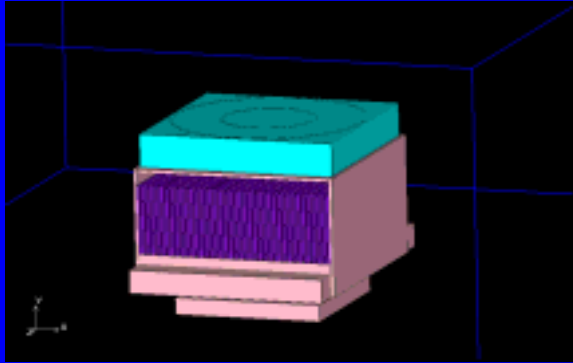
風扇 11

# 電腦模擬模型建構

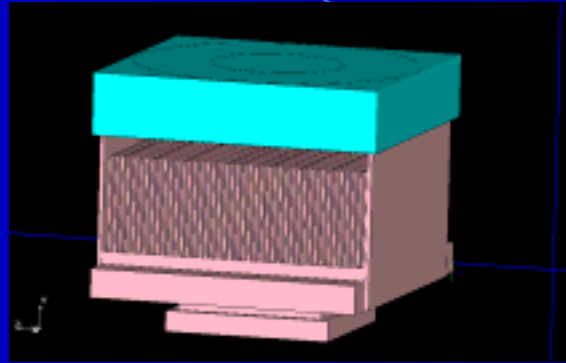
電腦模擬之模型建構，可以由 Pro/E 或其他 CAD 軟體建構再轉入 ICEPAK，或由 ICEPAK 直接建構。

本研究之模型建構，主要由 ICEPAK 直接建構，模型在不影響熱流場之情況下，適當的簡化。

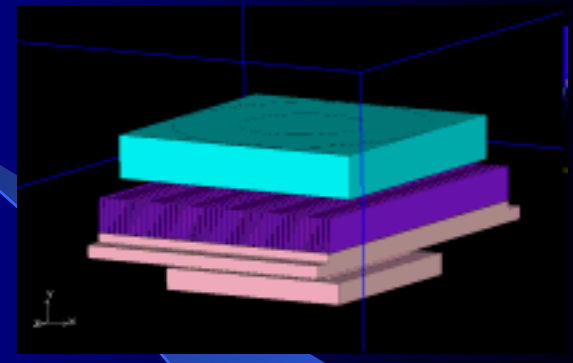
# 部份電腦模擬模型建構圖



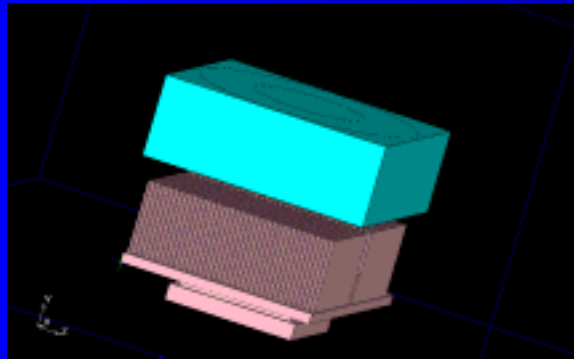
A01



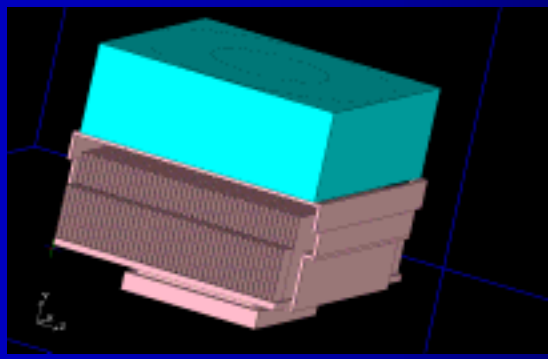
A02



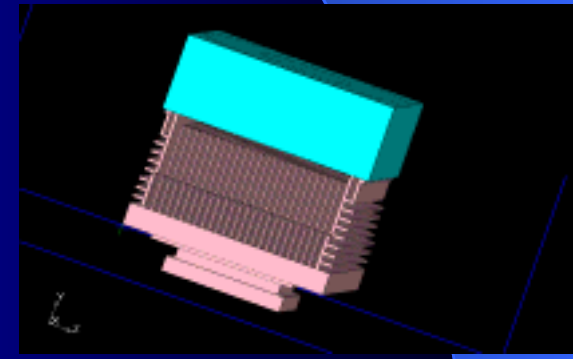
A03



A04



A05

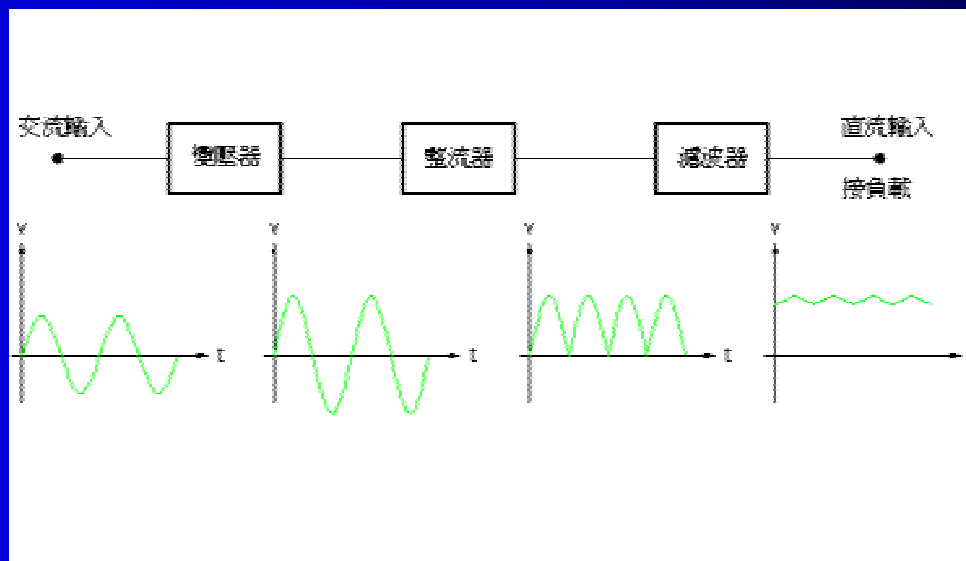


A06

# 實驗平台設計



## 模擬CPU



## 實驗平台電路設計



示波器校正



完成之測試平台

# ICEPAK簡介

- ICEPAK為一針對電子熱傳所需之分析軟體
- ICEPAK以有限體積法求解
- ICEPAK可用結構與非結構化之網格
- ICEPAK含ASSEMBLY與Zoom-In Model 之概念
- ICEPAK 簡單易學
- ICEPAK整合前、後處理與求解器



# 基本公式

$$\text{熱阻值} = T / P$$

$$T = TC - TA$$

$$P = I \times V$$

：等效熱阻值

TC：CPU最終溫度

TA：環境溫度

I：CPU使用電流

V：CPU使用電壓

# 電腦模擬模型與實驗比對

輸入參數：

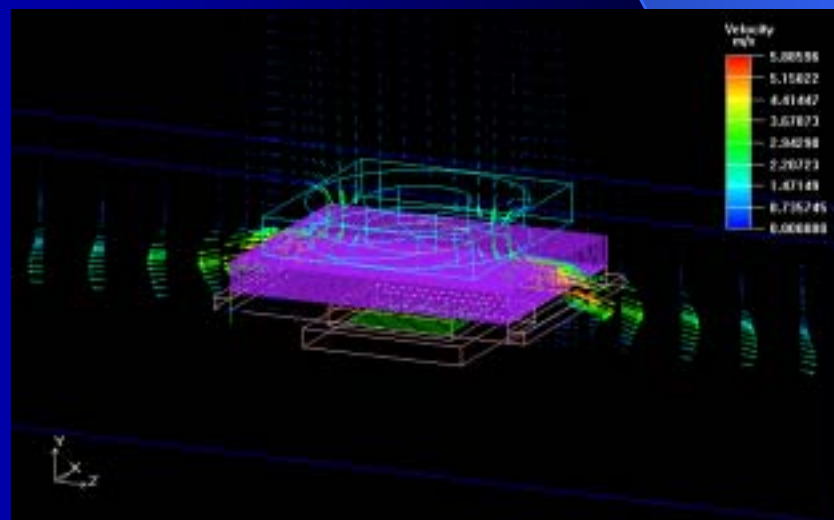
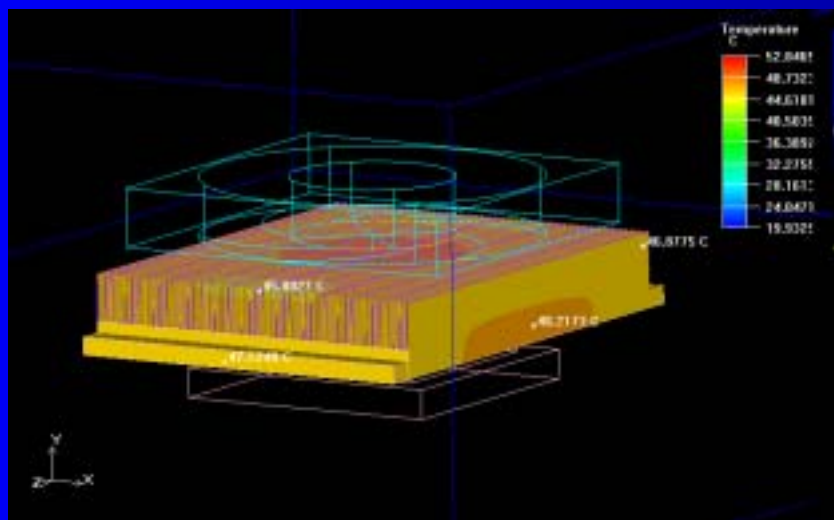
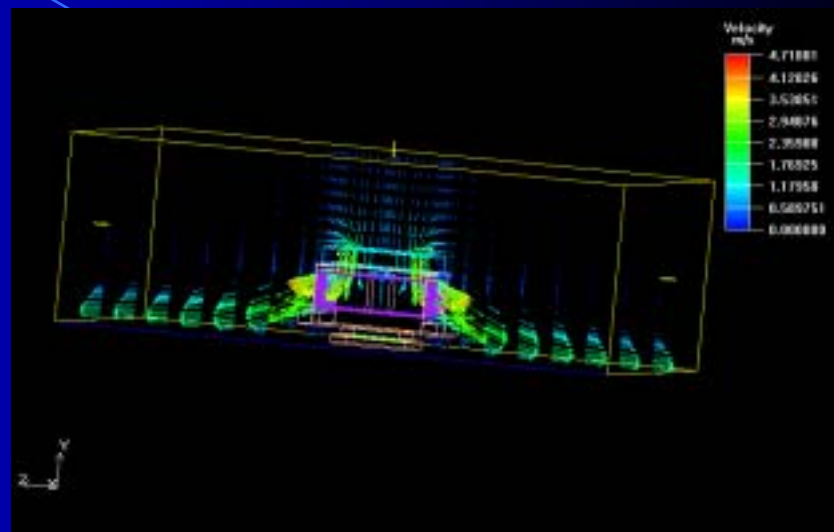
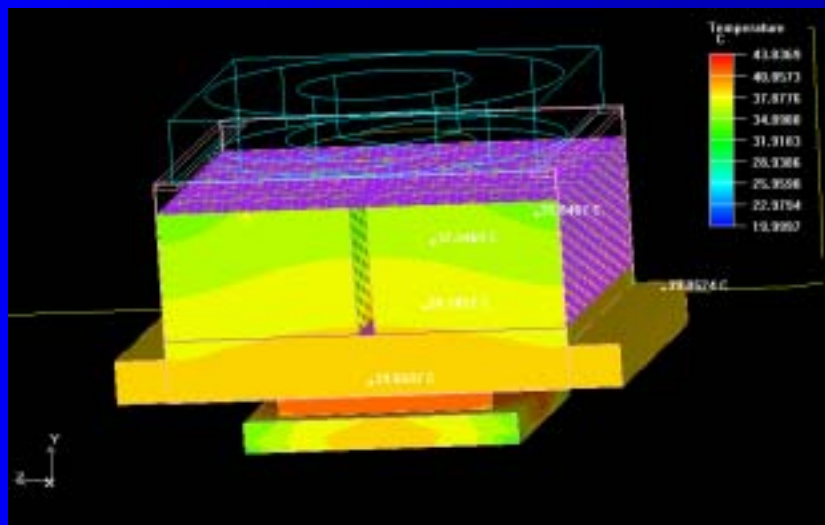
風扇之P-Q Curve

發熱功率75W

材料性質

散熱膏等效熱阻值  $0.02^{\circ}\text{C}/\text{W}$

# 部份結果圖



# 電腦模擬模型與實驗比對

<b>A02</b>	<b>0.32</b>	<b>0.281</b>	<b>0.039</b>
<b>A03</b>	<b>0.511</b>	<b>0.509</b>	<b>0.002</b>
<b>A04</b>	<b>0.227</b>	<b>0.213</b>	<b>0.014</b>
<b>A05</b>	<b>0.266</b>	<b>0.249</b>	<b>0.017</b>
<b>A06</b>	<b>0.306</b>	<b>0.27</b>	<b>0.036</b>
<b>A07</b>	<b>0.342</b>	<b>0.321</b>	<b>0.021</b>
<b>A08</b>	<b>0.33</b>	<b>0.255</b>	<b>0.075</b>
<b>A09</b>	<b>0.305</b>	<b>0.266</b>	<b>0.039</b>
<b>A10</b>	<b>0.28</b>	<b>0.241</b>	<b>0.039</b>
<b>A11</b>	<b>0.267</b>	<b>0.266</b>	<b>0.001</b>
<b>A12</b>	<b>0.356</b>	<b>0.353</b>	<b>0.003</b>
<b>A13</b>	<b>0.298</b>	<b>0.299</b>	<b>-0.001</b>
<b>A14</b>	<b>0.342</b>	<b>0.325</b>	<b>-0.017</b>
<b>A15</b>	<b>0.333</b>	<b>0.32</b>	<b>0.013</b>
<b>A16</b>	<b>0.48</b>	<b>0.459</b>	<b>0.021</b>
<b>A17</b>	<b>0.223</b>	<b>0.178</b>	<b>0.043</b>

# 問題探討

## 平台可能產生之差異：

安裝時施力不均，造成接觸不良

散熱膏塗抹不均勻，無法有效消除接觸間隙

## Icepak可能產生之差異：

廠商所提供的風扇P – Q Curve不精確

Model建立不準確

軟體內截取的CPU溫度點與實際不符

散熱膏熱阻值之準確性

經探討檢查後，評估最可能造成的差異為散熱膏的熱阻值，因此，重新做實驗，並將量測散熱膏之厚度，套入下列公式，算出熱阻值，帶入 ICEPAK 重新運算

$$\text{散熱膏熱阻值} = L / KA$$

：散熱膏熱阻值

L：散熱膏厚度

K：散熱膏熱傳導係數

A：CPU截面積（散熱膏塗抹面積）

產品編號	散熱膏熱阻值
A01	0.020
A02	0.101
A03	0.020
A04	0.054
A05	0.043
A06	0.094
A07	0.072
A08	0.181
A09	0.101
A10	0.079
A11	0.020
A12	0.018
A13	0.020
A14	0.058
A15	0.058
A16	0.072
A17	0.060

## 修正參數後之比較值

產品編號	散熱膏熱阻值	平台測試結果A	Icepak測試結果B	相差值A-B
A01	0.020	0.311	0.313	-0.002
A02	0.101	0.32	0.321	-0.001
A03	0.020	0.511	0.509	0.002
A04	0.054	0.227	0.23	-0.003
A05	0.043	0.266	0.261	0.005
A06	0.094	0.306	0.307	-0.001
A07	0.072	0.342	0.343	-0.001
A08	0.181	0.33	0.335	-0.005
A09	0.101	0.305	0.306	-0.001
A10	0.079	0.28	0.287	-0.007
A11	0.020	0.267	0.266	0.001
A12	0.018	0.356	0.353	0.003
A13	0.020	0.298	0.299	-0.001
A14	0.058	0.342	0.34	0.002
A15	0.058	0.333	0.334	-0.001
A16	0.072	0.48	0.481	-0.001
A17	0.060	0.221	0.22	0.001



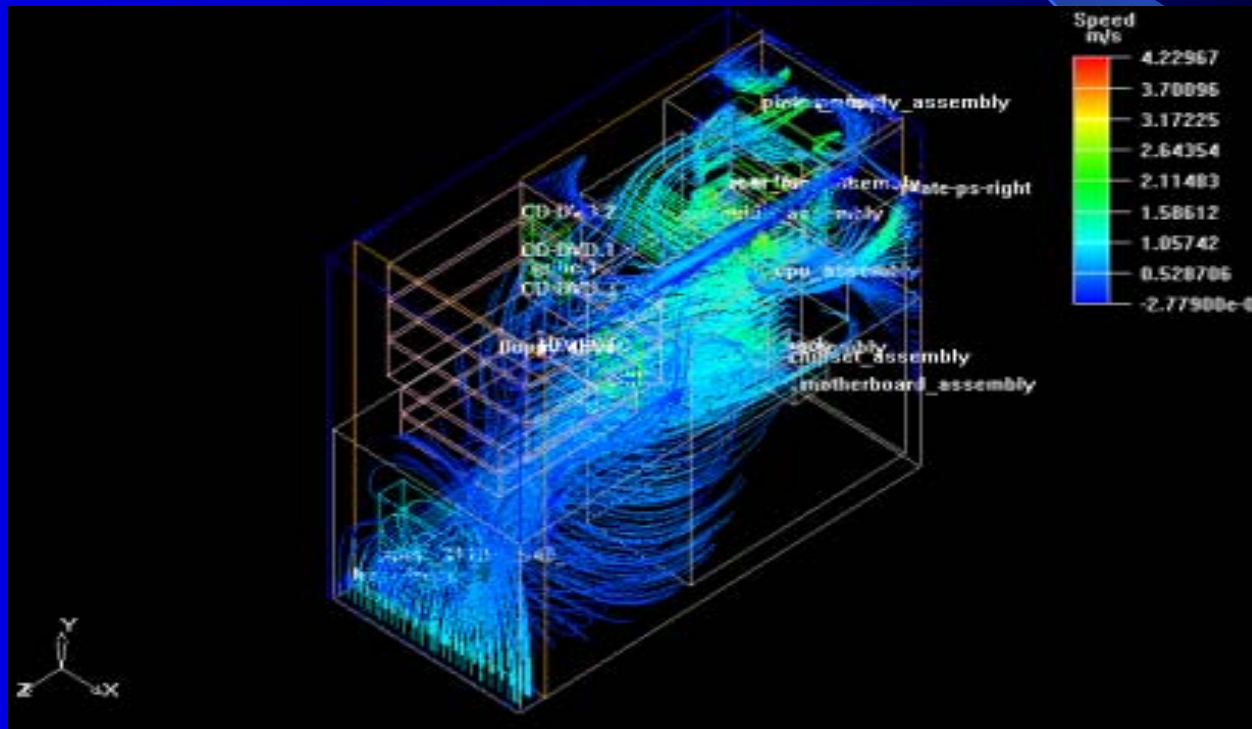
# 結論

- 藉由ICEPAK 軟體可迅速有效地分析散熱器的性能
- 實驗結果與模擬差異不大
- 藉由實驗可以輔助建立正確的材料參數與資料庫

# 未來展望

- 設計更佳的實驗平台，使得實驗更穩定
- 建立以扣具反推散熱膏的熱阻值之經驗值
- 藉由電腦輔助工程，設計更佳的散熱器

# 機殼與Cooler搭配電腦內流場與CPU溫度影響之探討



# 研究動機

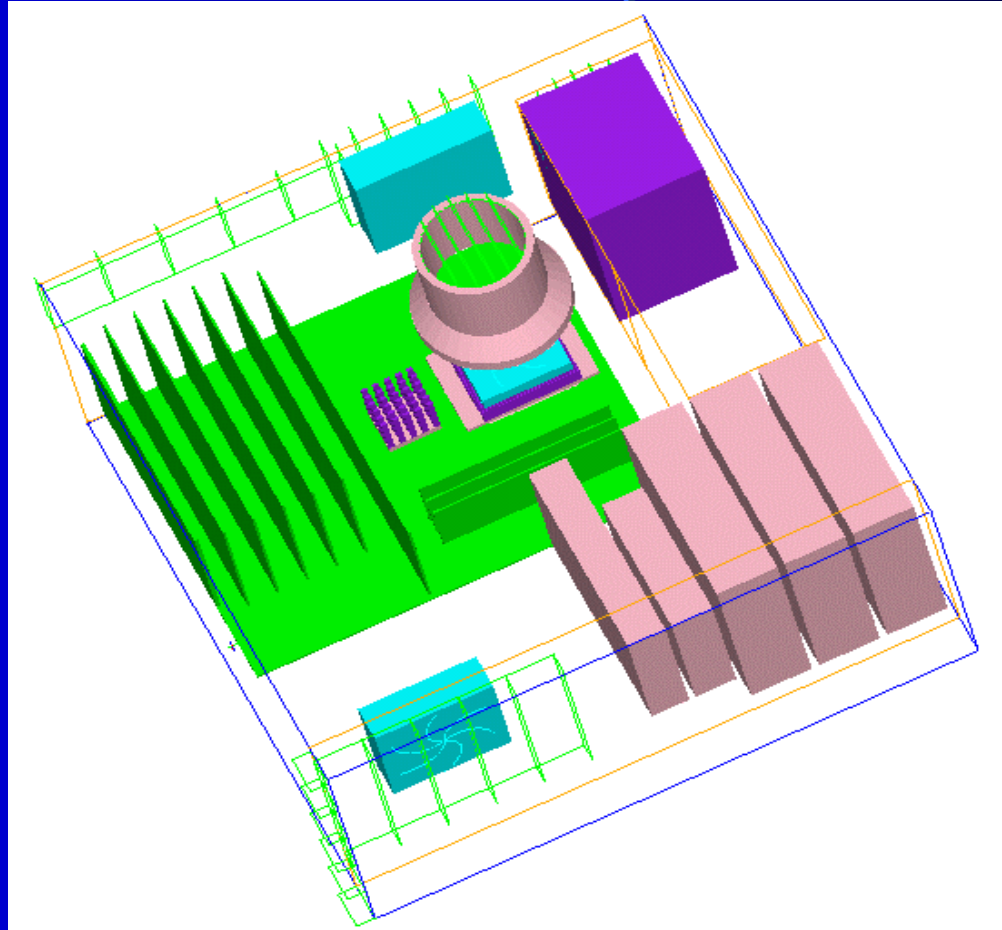
近幾年來，隨著電子產品逐漸朝向輕薄、小型化、高效能及高頻的趨勢發展，因此其單位體積所散發出的熱量愈來愈高，然而像是桌上型電腦散熱的問題愈趨嚴重與棘手。

因此針對散熱器做一個歸納性的研究，以發展出最佳、最經濟、最方便、最容易之方式來完成電子元件散熱效能最佳之工作。

# 研究目的

本論文是利用IcePak套裝軟體進行數值模擬分析，主要研究是在Intel ATX系統中，放入不同之散熱器分別對CPU做熱傳分析及流場模擬，並取出最佳之散熱器放於系統中，針對系統內之風管及風扇做位置及設計變更，並探討如何解決桌上型電腦CPU散熱的問題，並從中找出設計之原則。

# Intel ATX 機殼模型圖



# Heatsink規格

Weight: 241g		Dimension: 60L x 60W x 30.5H(mm)
Dimension: 83L x 62W x 46.3H(mm)		Rated Voltage: 12 V DC Speed: 5300±10%RPM Bearing System: One Ball Bearing Safety Approvals(Standard): CE・UL
Heatsink Material: Aluminum A1070 Fin pitch: 1.5(mm) Fin thickness: 0.6(mm)		Clip Material: Steel SK7 / Nickel Plate

Heatsink A

Weight: 289 g		Dimension: 70L x 70W x 31H (mm)
Dimension: 83L x 72.4W x 51H(mm)		Rated Voltage: 12VDC Speed: 3600±10%RPM Bearing System: One Ball One Sleeve Bearing Safety Approvals(Standard): CE・UL
Heatsink Material: Aluminum A1070 Fin pitch: 1.5(mm) Fin thickness: 0.6(mm)		Clip Material: Steel SK7 / Nickel Plate

Heatsink B

Specification- Weight: 334 g		DC FAN- Dimension: 60L x 60W x 10H(mm)
Dimension: 89.5L x 62W x 25.3H(mm)		Rated Voltage: 12 V DC Speed: 5300±10%RPM Bearing System: One Ball Bearing Safety Approvals(Standard): CE・UL
Heatsink Material: Copper C1020 Fin pitch: 1.5(mm) Fin thickness: 0.5(mm)		Clip Material: Steel SK7 / Nickel Plate

Heatsink C

Specification- Weight: 480 g		DC FAN- Dimension: 70L x 70W x 25H(mm)
Dimension: 83L x 73W x 31H(mm)		Rated Voltage: 12 V DC Speed: 5300±10%RPM Bearing System: One Ball Bearing Safety Approvals(Standard): CE・UL
Heatsink Dimension: 83L x 73W x 31H(mm) Material: Copper		Clip Material: Copper

Heatsink D

# Heatsink規格

Specification: Weight: 480 g Dimension: 83L x 68.5W x 55H(mm) Heatink: Dimension: 83.5L x 68.5W x 40H(mm) Material: Aluminum		DC FAN: Dimension: 70L x 70W x 15H(mm) Rated Voltage: 12 V DC Speed: 3800±10%RPM Air Flow: 24.5 CFM Noise level: 39.0dB(A) Thermal resistance: 0.21℃/Watt Clip Material: Aluminum
---	---	---

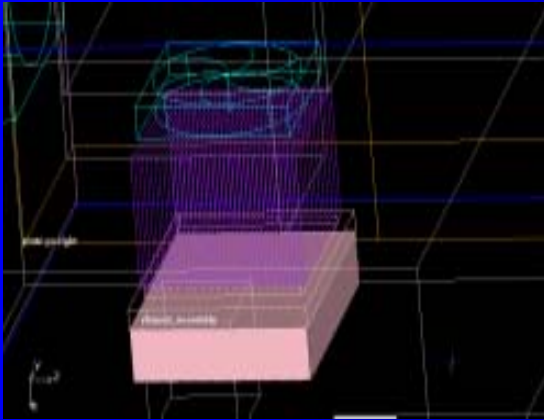
Heatsink E

Specification: Weight: 480 g Dimension: 73L x 45W x 70H(mm) Heatink: Dimension: 73L x 60W x 70H(mm) Material: Aluminum		DC FAN: Dimension: 70L x 70W x 15H(mm) Rated Voltage: 12 V DC Speed: 5000±10%RPM Air Flow: 37.7 CFM Noise level: 39.0dB(A) Clip Material: Aluminum
---	---	---

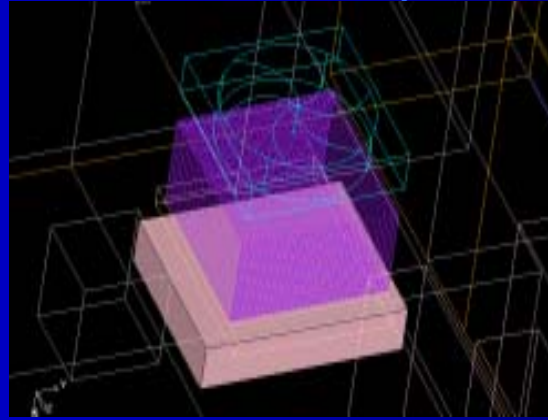
Heatsink F



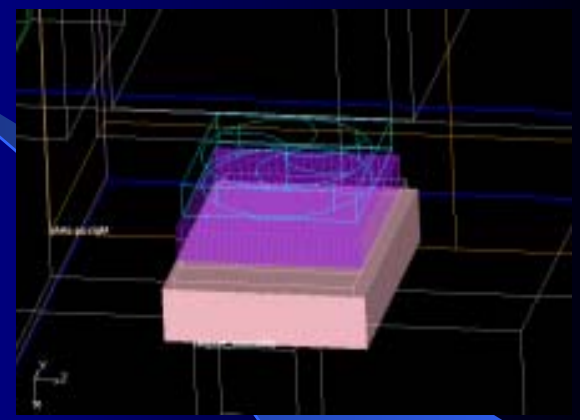
# 模型建構圖



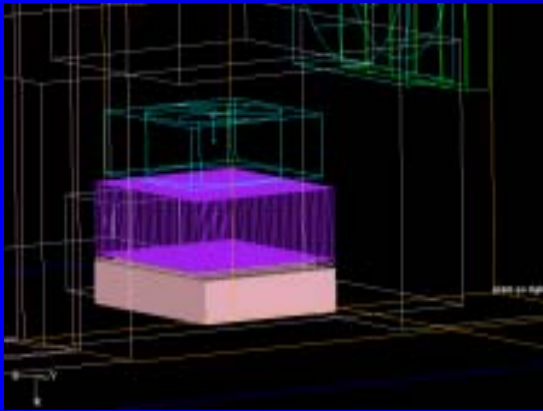
**Heatsink A**



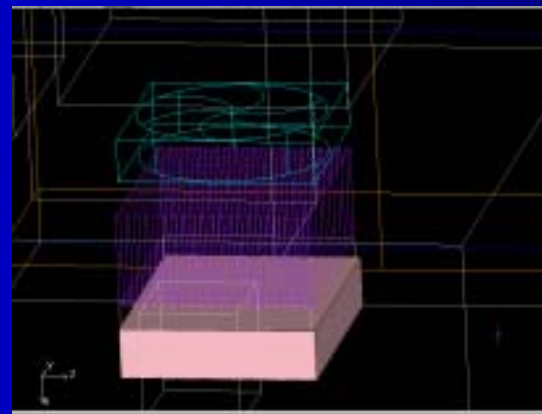
**Heatsink B**



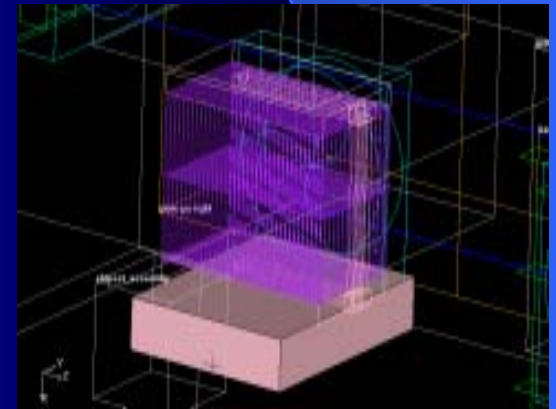
**Heatsink C**



**Heatsink D**

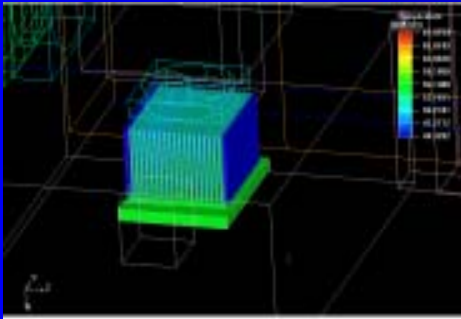


**Heatsink E**

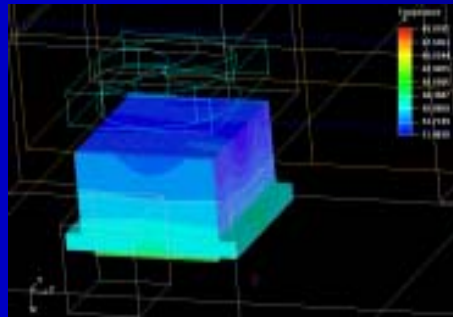


**Heatsink F**

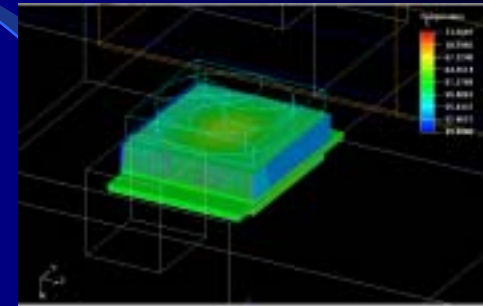
# CPU + Heat Sink溫度分佈圖



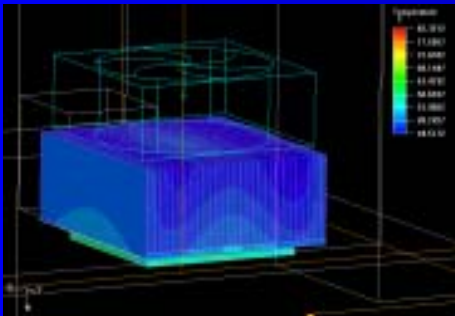
Heatsink A



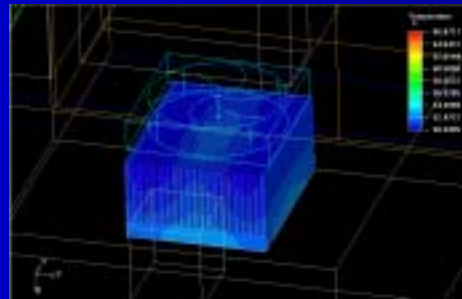
Heatsink B



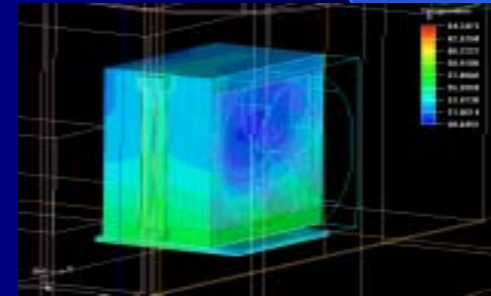
Heatsink C



Heatsink D

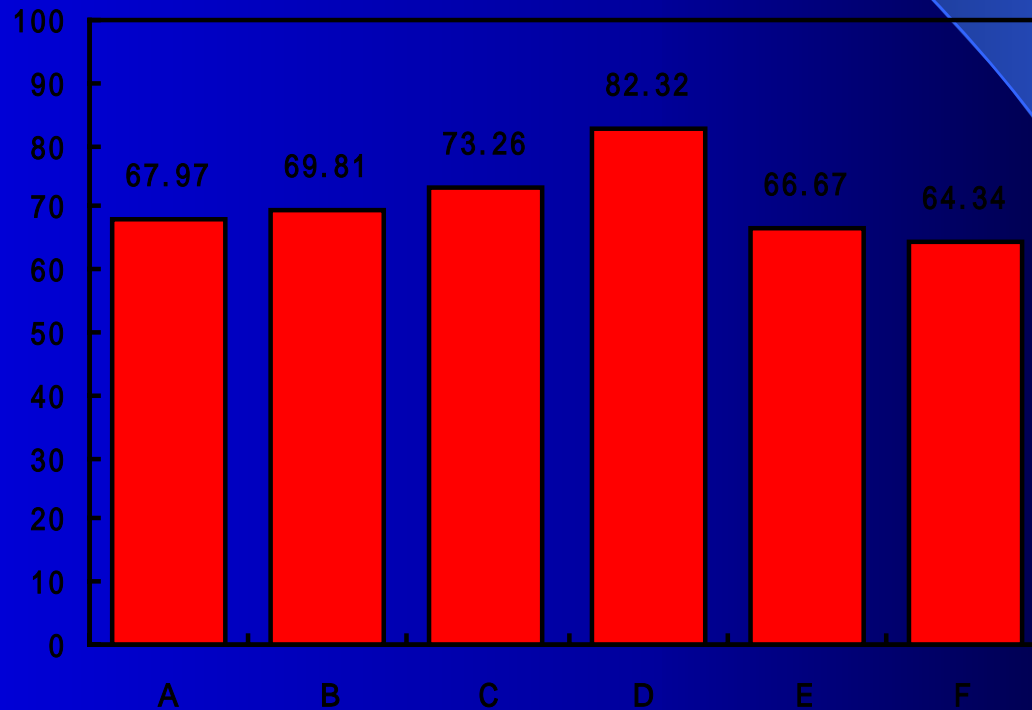


Heatsink E



Heatsink F

# 採用各型散熱器於系統模擬之 CPU最高溫比較圖表

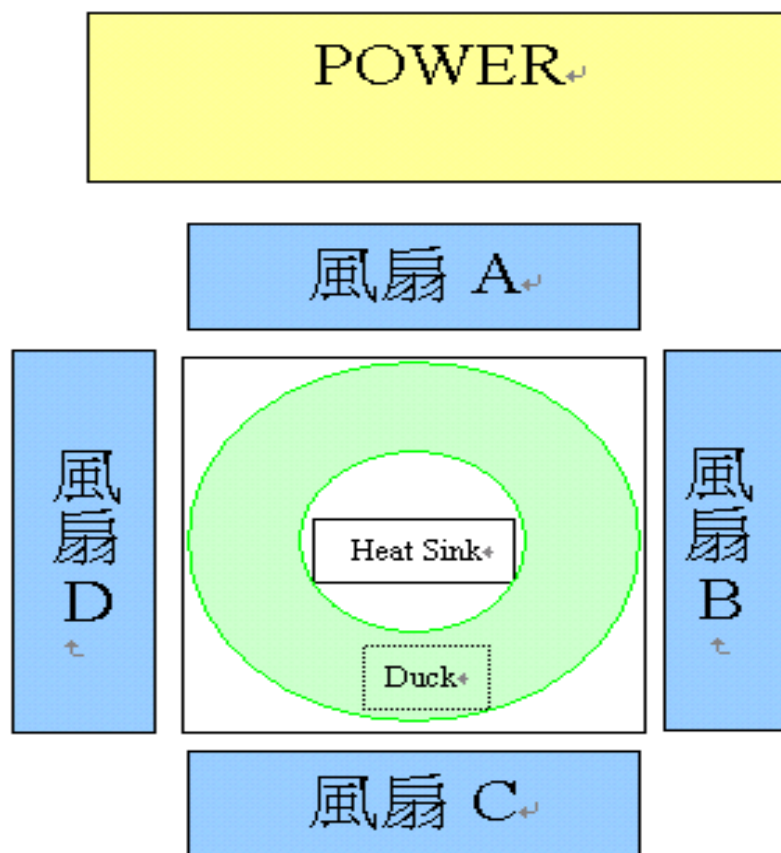


# 系統設計以Heatsink F 做設計變更

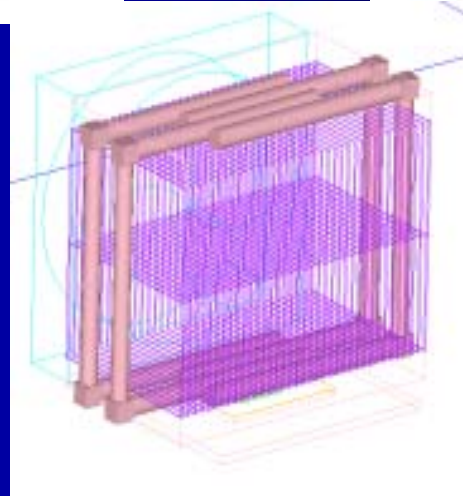
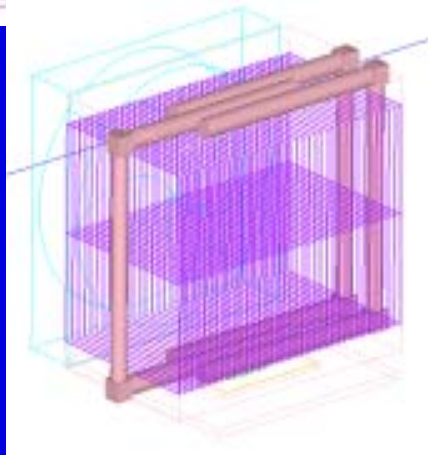
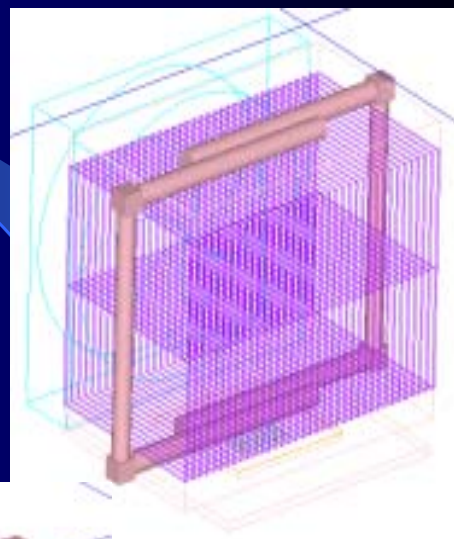
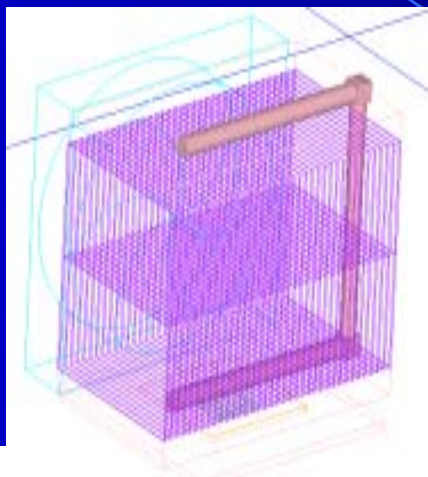
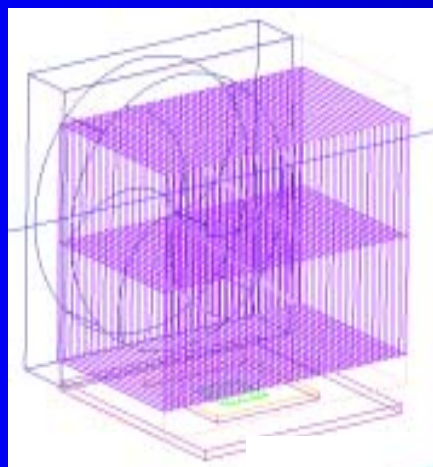
1.熱管影響分析

2.風扇方向改變分析

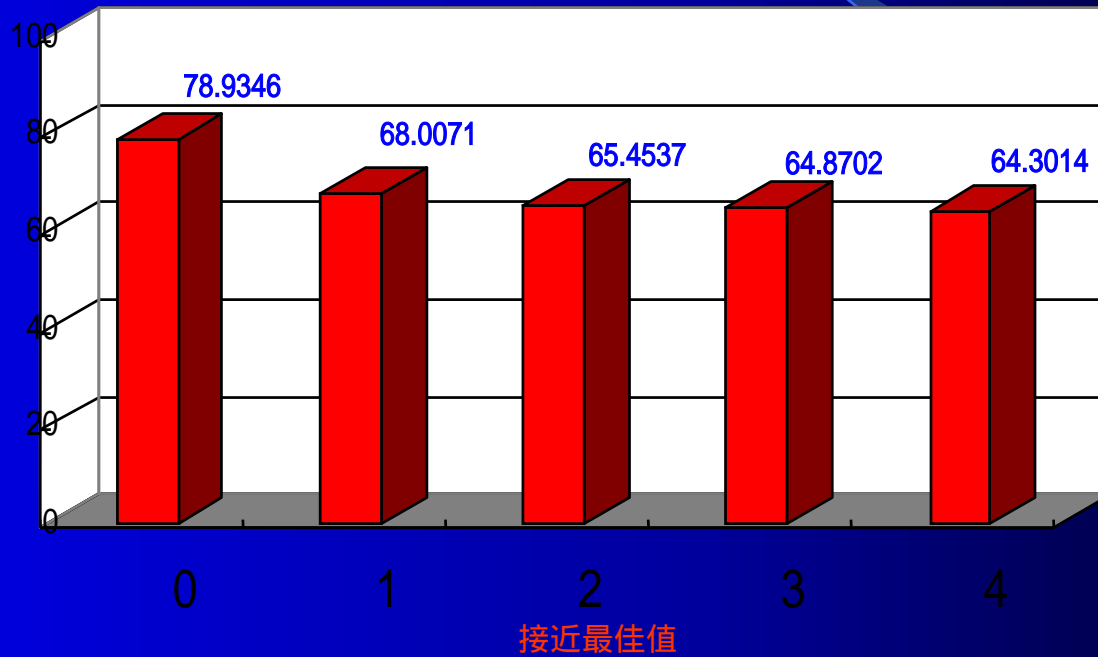
# 風扇方向設計示意圖



# 熱管建構圖



# 溫度比較圖



CPU溫度最高溫

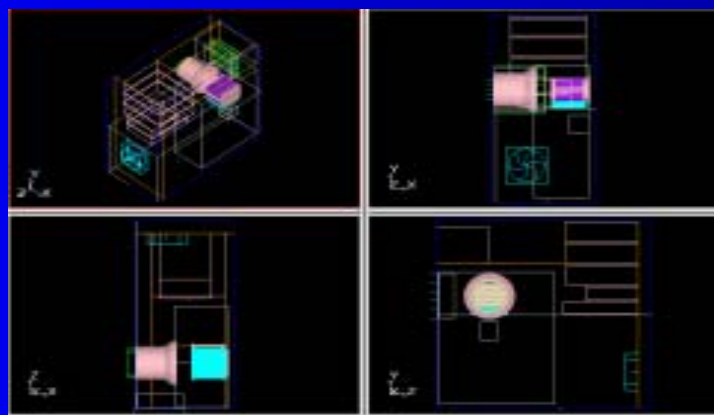
# A . B . C . D 不同方向風扇模型建構圖



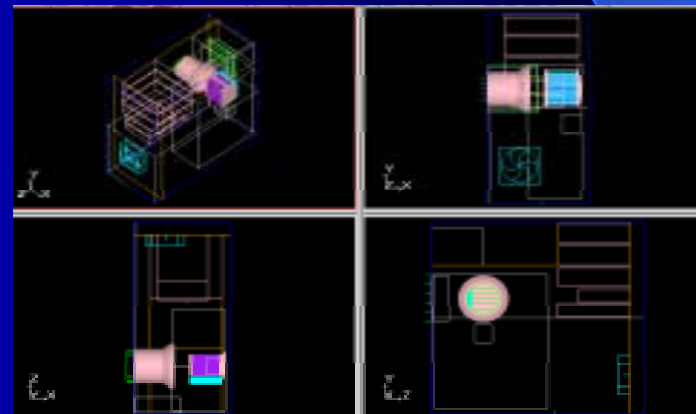
A風扇



B風扇



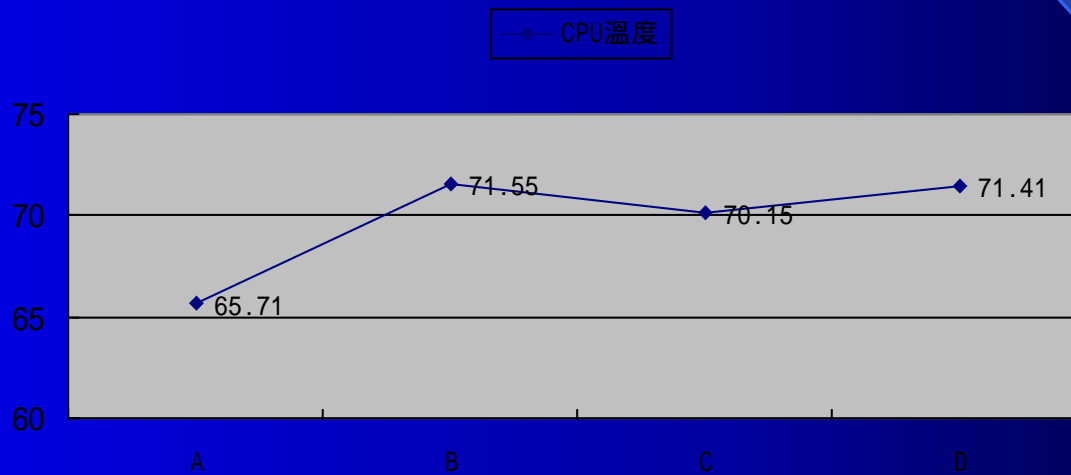
C風扇



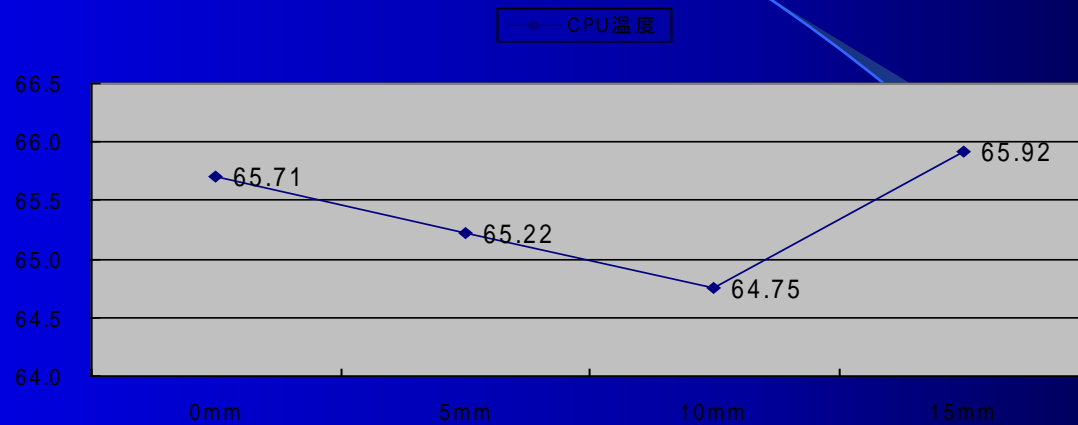
D風扇



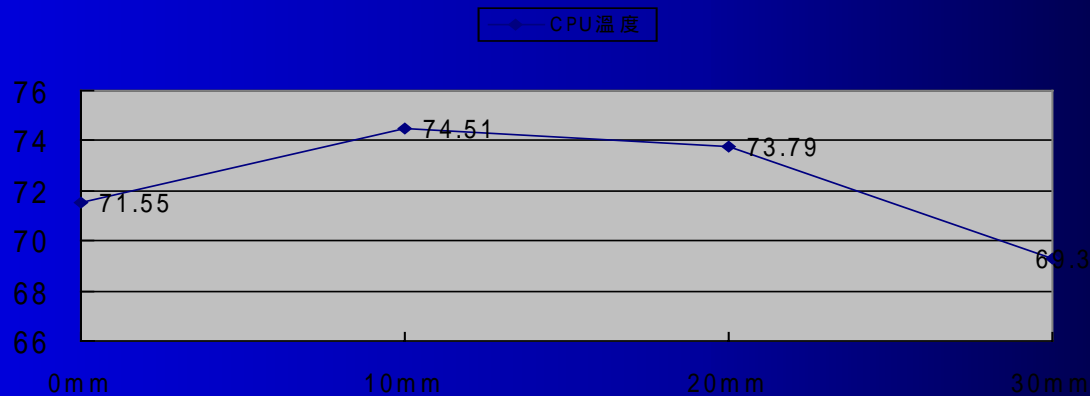
# 風扇位置溫度



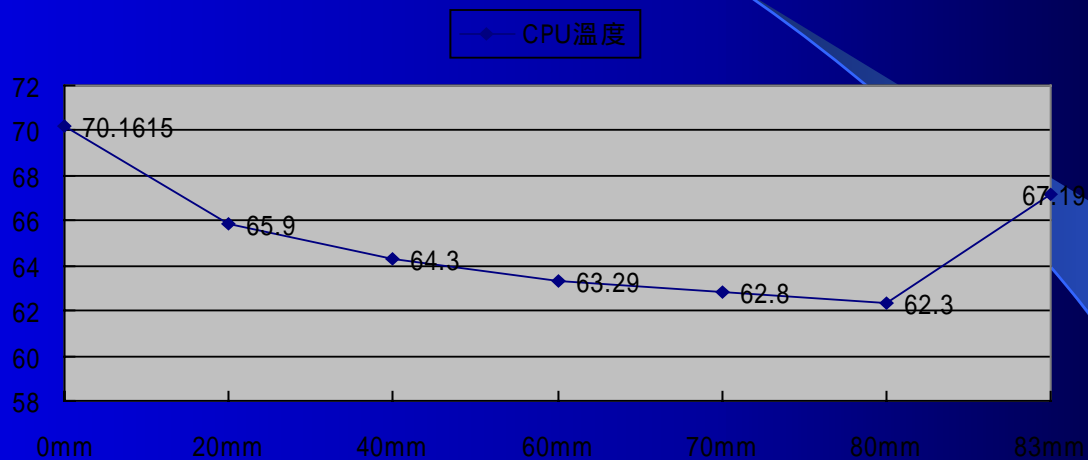
# A風扇位置DUCK位置移動溫度表



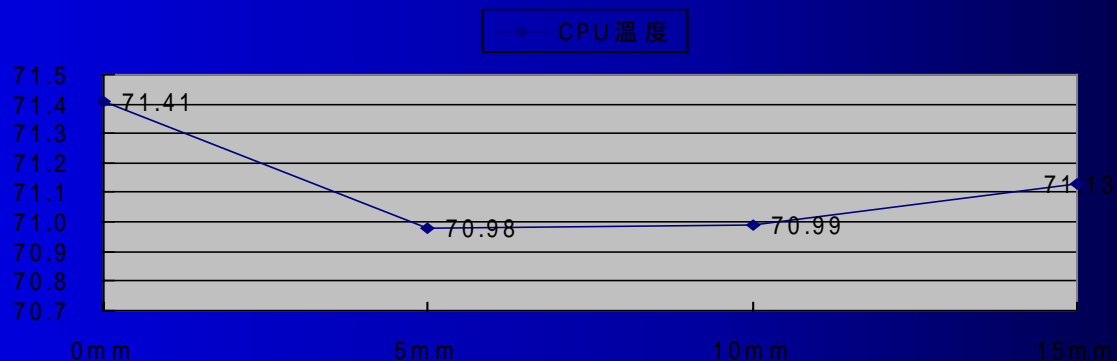
# B風扇位置DUCK位置移動溫度表



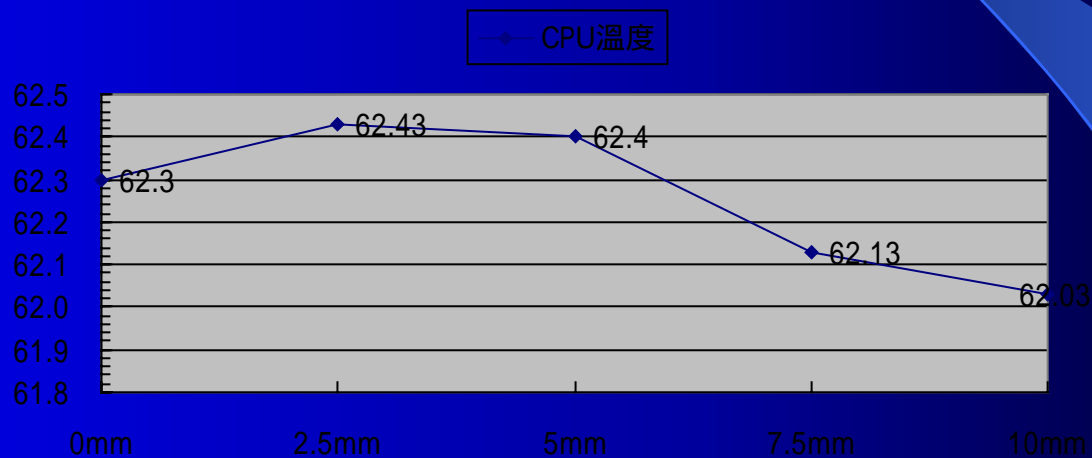
# C風扇位置DUCK位置移動溫度表



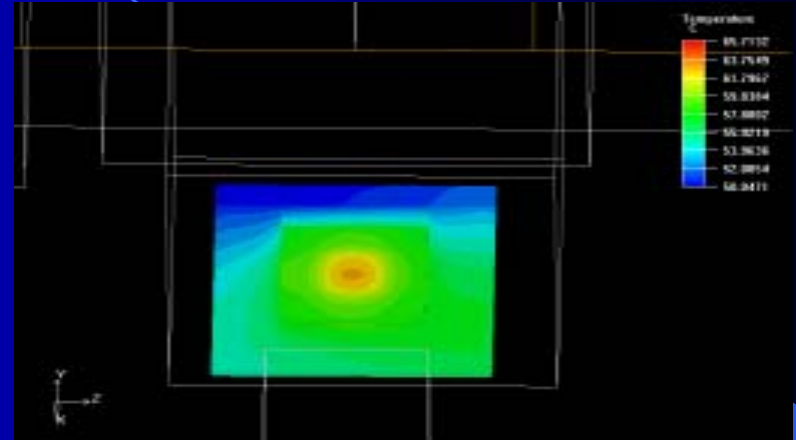
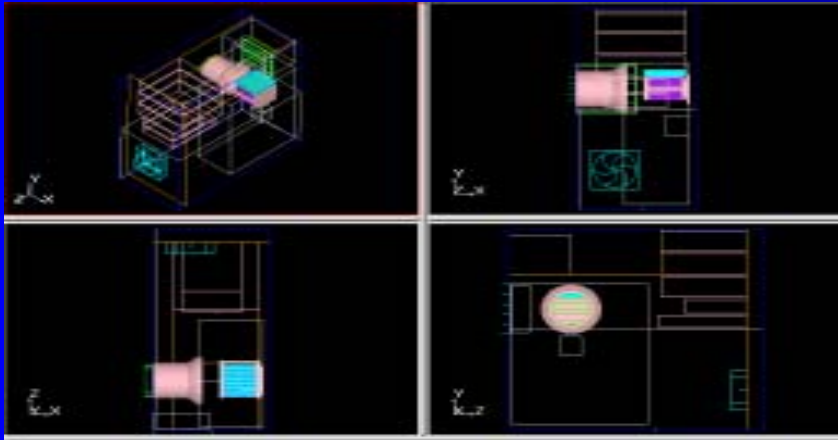
# D風扇位置DUCK位置移動溫度表



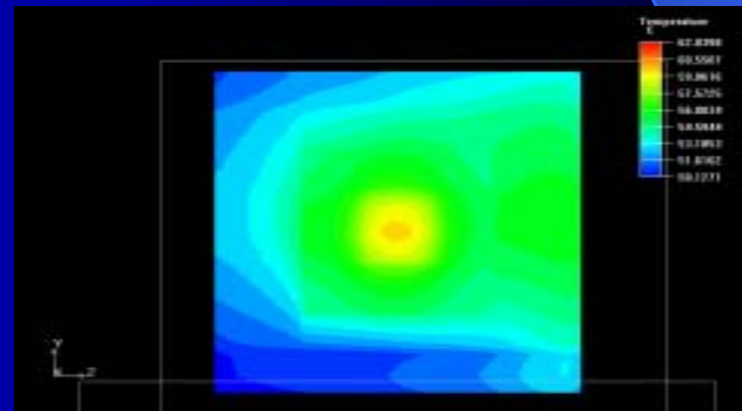
# C風扇位置 DUCK位置伸長溫度表



# 初始設計



# 最佳設計



# 結論

- 藉由電腦輔助工程分析，可迅速而有效地進行系統與散熱器之設計變更，以達成彼此最佳之組合。
- 側吹式散熱器可提供設計者根據系統的特系，進行更多樣性的風向選擇，以達成系統內部最佳的散熱效果。