

## 第六章 結論與未來方向

### 6.1 結論

#### 6.1.1 底板垂直擺設之針狀鰭片陣列散熱效能

本研究在固定底板面積，不同的  $Ra$  值下，改變針狀鰭片陣列的鰭片形狀、直徑、針狀鰭片頂與遮蔽層距離、間距、排列方式、擺設角度等因素，以探討這些因素對於自然對流下散熱效能的影響，其結論如下：

- (1) 在低  $Ra$  值或流阻較大時，若針狀鰭片頂與遮蔽層具有一適當的距離，則可減低遮蔽層所造成的黏性效應，並引入更多的冷空氣來增加溫差，改善其散熱效能。然而過大的距離會使得入口氣流的負壓降低，且過多的冷空氣也會拖慢受熱氣流的速度，因此在較高的  $Ra$  值時，最佳的效能會出現在具有小量針狀鰭片頂與遮蔽層距離的配置（約為直徑的兩倍）。
- (2) 在間距的配置上，較小的間距具有較多的散熱面積，但也具有較大的流阻。而當  $Ra$  值較小時，過大的流阻會使得流場很早就達到溫度的全展流或後期流場與發熱面溫差過小，使得有效散熱面積大減而不具有較佳的效能。因此隨著  $Ra$  值的增加，最佳間距可逐漸減小，而與針狀鰭片頂有適當距離的遮蔽層也有助於增加流場與發熱面的溫差而縮小最佳間距。
- (3) 在相同的空隙度下，不同的直徑會具有極不同的效能，且不同

的直徑的最佳空隙度也不相同，隨著直徑的增大可以使最佳空隙度更小。而在 Ra 值與空隙度較小的時候，較大的直徑具有較好的效能，隨著 Ra 值或空隙度的增加，則可使較小的直徑有更好的效能。亦即在驅動力小而流阻大的情況下宜採用較大直徑。

- (4) 在鰭片的形狀上，鈍角 120 度菱形修圓角由於具有較大的散熱面積與較小的流阻，因此具有最好的散熱效能，尤其可改善間距過小而散熱效能不佳的問題。
- (5) 不同的排列方式對於效能的影響和其他因素相比較為微弱，但大多以交錯式具有稍佳的散熱效能。
- (6) 在較低 Ra 值時，底板與垂直具小傾角度的配置由於會使得受熱氣流往遮蔽層方向發展而提早達到全展流，因此效能比垂直擺設差，而在較高 Ra 值下，因為具有較大的速度與壓差，受熱氣流不會緊黏著底板發展，而使底板有機會吸入更低溫的氣流來幫助散熱，因此具有較佳的效能。

### 6.1.2 水平加熱平板之散熱效能與流場特性

本研究在探討水平加熱平板之散熱效能並與前人之實驗結果比對時發現：當流場以層流流場計算時，得到的趨勢較近於  $Nu \sim Ra^{1/5}$ ，與過去理論分析相同；而當流場引入微弱的紊流流場計算時，在氣流進入平板而彼此撞擊的時候 k 值明顯的提升，其得到的計算結果近於  $Nu \sim Ra^{1/4}$ ，與前人之實驗結果相同，因此本研

究認為在一般水平加熱平板的實驗在一般認定為層流的區域其實具有紊流的情形。這和過去觀測實驗中發現紊流現象在氣流發展很短距離就會出現是相符的，也解決了過去理論分析和實驗結果趨勢不同的問題。

### 6.1.3 底板水平擺設之針狀鰭片陣列散熱效能

在底板水平擺設之針狀鰭片陣列的散熱效能探討上，本研究在較為接近實際應用的  $Ra$  值範圍，改變針狀鰭片的間距和直徑並探討其影響，其結論如下：

- (1) 在不同位置的鰭片隨流場變化而具有極不相同的散熱能力，與底板垂直擺設的狀況相當不同。而在水平擺設的針狀鰭片所造成的迴流區較小，且其迴流會因受到鰭片加熱而沿著鰭片柱長的方向發展而有助於散熱。
- (2) 在水平擺設的情況，內部鰭片散熱效能遠小於外側鰭片。此因氣流受熱後產生浮力而減少繼續通過較內側針狀鰭片的驅動力，與垂直擺設的狀況相比，流阻的影響就更為明顯。較小的間距雖較多的散熱面積，但其流阻較大，使得針狀鰭片陣列在水平擺放時，僅有最外側的針狀鰭片具有較明顯的散熱效能，因此如何在該  $Ra$  值範圍下找出流阻與散熱面積的平衡點是很值得探討的。
- (3) 在底板長為 100mm 的針狀鰭片陣列中，本研究目前測試的直徑與間距範圍下，過大的間距由於散熱面積太少而具有較大的

熱阻；而過小的間距則因為流阻太大減少有效散熱面積，反而增加了熱阻。因此在散熱面積與流阻的相互影響下，間距有其最佳值存在。

- (4) 鰭片長度的增加可以增加氣流受熱上升後所流經的散熱面積，因此可以提升散熱效能。但在本研究測試範圍內，鰭片長度的增加，散熱效能的提升幅度也越小；且隨著鰭片間距的減小，鰭片長度增加而造成效能改善的幅度也較小。
- (5) 在相同空隙度的情況下，由於較大直徑的針狀鰭片具有較小的流阻，因此具有較佳的散熱效能；而在相近的散熱面積下，較小直徑的針狀鰭片之整體空隙度較大，因此具有略小的熱阻而有較佳的散熱效能。
- (6) 在相同鰭片長度時，相同散熱面積下改變其他幾何條件對散熱效能與流場特性的影響最小，然而當鰭片長度大小列為變數時，相同散熱面積但不同鰭片長度的配置並不會有接近的散熱效能，是以散熱面積雖然是影響散熱效能相當重要的參數，但鰭片長度和空隙度亦有影響。

## 6.2 未來方向

本研究在水平擺設之針狀鰭片陣列散熱效能的探討尚有許多未竟之處，未來將以改變鰭片高度、間距、空隙度、底板大小等因素對水平擺設之針狀鰭片陣列之散熱效能進行更多的探討。此外，可繼續針對底板垂直擺設之針狀鰭片陣列做分析，包括探討側向氣流

對於效能影響的比例與底板寬度之間的關係、各項幾何條件等因素在完整模型的計算下與本研究之簡化模型的計算結果在效能上的差距等。

