

用於電風扇轉速控制的集成方案

Microchip Technology Inc.

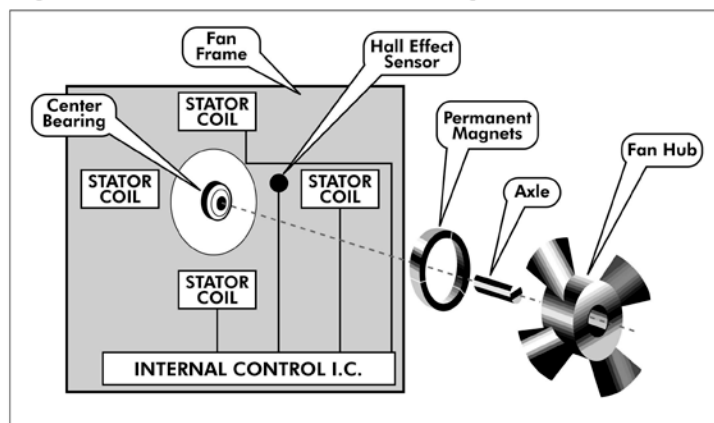
最近幾年來，計算機系統的時鐘速度迅速地在提高，結果功耗增大，這一來把冷卻問題推到眾多設計人員面前。在過去，只是武器和航天業的設計人員對冷卻問題感興趣，如今這個問題突然變得對消費類產品設計師十分重要。

這個發展趨勢是 CPU 率先開始的，如今，許多其它的元件也需要冷卻。今天的 SRAM 和 DRAM 要求有自己的冷卻措施。視頻卡處理器（通常是一些 3D 卡）和別的付加卡也需要冷卻。對於下一代的插卡，這個問題會更加嚴峻，更加重要。硬盤驅動器、DVD 播放機、CD 播放機以及芯片組，也都是需要冷卻的對象。一般而言，電路板的速度變得越來越快，也變得越來越小，上面的元器件也越來越密集。封裝密度在上升，器件執行的功能越來越多，因此，產生更多熱量。嵌入式應用的數量與日俱增，尤其是在網絡和通信領域，現在需要主動的冷卻措施。

一般說來，針對消費性產品設計的 PC 芯片可以承受的結溫高達 125° C 至 150° C，但是會規定使用時應當有幾度的餘量以策安全。超過這個溫度範圍會導致芯片工作出現錯誤，或者完全失效。一塊芯片失效或者它的功能出現問題，會影響整個系統的運作。增加冷卻措施、限制器件所處環境的最高溫度，能夠延長器件的壽命。一般而言，溫度每降低 10 °C，平均無故障時間就會延長一倍。

無刷直流電風扇

Fig.1 Brushless DC Fan Anatomy



現在，無刷直流（BDC）電風扇甚受歡迎（圖 1）。在機械方面，它們比普通的電風扇更加可靠。無刷直流電風扇中沒有旋轉著的換流器，沒有電刷總成，不存在塵土需要清除、換流器和電刷的磨損、火花等問題。此外，無刷直流電風扇中的磁場繞組是靜止不動的，通常是裝在剛性的機殼中，這是為了在結構上成為一體，並且把熱量散發出去。最後一點是，它們不存在交流電動機的旋轉磁場，不存在普通直電機中的電弧，因此，從電氣方面來講，是很安靜的。

無刷直流電風扇可以把熱量充分地從系統的殼體散發出去，這比普通的電風扇好得多，然而，它存在其它的問題，這些問題是：

- 風扇的機械磨損；
- 音頻噪音；
- 功耗；
- 故障檢測。

現在我們來仔細地討論這些潛在的問題以及如何解決這些問題。

電風扇的機械磨損

電風扇是一個複雜的機電系統，很多時候，在主機使用的壽命範圍內，需要更換。在大多數情況下，電風扇的故障是由於軸承的損壞而引起的，這是由於發熱及機械磨損。異物堵塞和電氣故障也是引起故障的原因。

在製造商看來，就最終產品的可靠性和質量而言，電風扇的故障是一個非常重要的問題。更換電風扇會使客戶覺得產品質量有問題，也增加了費用。更換電風扇的費用、安裝費用、在更換電風扇時設備不能夠使用，這些加起來，對使用者來講，成本不菲。因此，確保電風扇有更長的壽命，可以增加設備的價值，也有助於在市場上推廣。

Microchip 的電風扇控制器集成電路是按照與溫度成正比地控制電風扇的轉速，讓電風扇的轉速正好確保系統的溫度在一定範圍內。這樣能夠延長電風扇的使用壽命，因為它不存在連續的全速工作所帶來的沉重負荷。而速度的改變是逐漸進行的，而不是工作在轉動和不轉動這兩種狀態。用典型的控制方案時，通常可以將平均無故障時間（MTBF）提高到遠遠高於全速旋轉的普通電風扇。

Fig.2 Fan Life vs. Fan Speed (RPM)

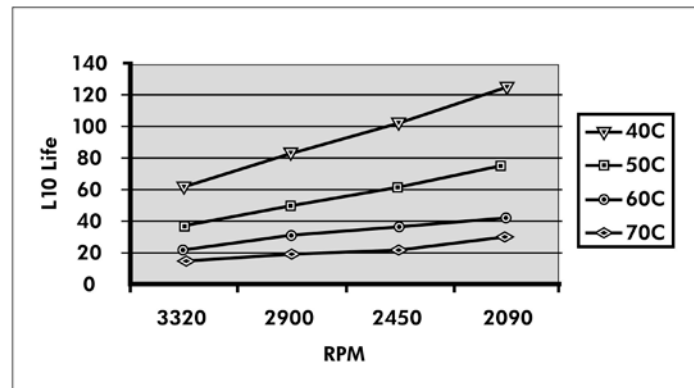


圖 2 是使用軸承的電風扇在不同轉速、不同溫度下運轉時的 L10 壽命值（可以期望 90 %的電風扇能夠工作而不損壞的時間）。轉速每下降 35%，L 10 壽命可以延長不止一倍，這與工作溫度有關。之所以能夠有此成績，完全是由於降低了工作時的平均轉速。除了這項可以定量計算的優點外，由於電風扇轉速是逐漸改變的，這也大大地提

高了 L 10 壽命值。而普通電風扇是工作旋轉與不旋轉兩種極端狀態的。工作在轉動與不轉動這兩種極端狀態所產生的衝擊，對電風扇的結構及軸承是極為有害的。

降低音頻噪音

在考慮產品的質量時，噪音是另一項重要因數。電風扇中音頻噪音的主要來源是空氣中的紊流，這是電風扇在全速運轉時產生的。使用轉速控制後，電風扇主要是工作在低速狀態下運行，轉速低於全速，因而降低了噪音。產生音頻噪音的另一個主要來源是 BDC 電風扇的力矩特性。在這時，定子的激磁電流引起力矩出現頻率與換相頻率相同的脈動，從而形成噪音。

大多數設計人員在選擇電風扇時，考慮它們是工作在最惡劣的溫度環境下。當電風扇在正常溫度環境中運作時，這種考慮會產生不良的影響：增加了不必要的音頻噪音。

一部典型的電風扇在全速轉動時產生的噪音超過 45 dB。在速度為一半時，它的噪音下降到 30 dB。噪音降低的數字是舉足輕重的。

Microchip 的方案是根據溫度按正比例來控制電風扇的轉速，按照這個方案，電風扇的轉速是按照現有溫度的散熱需要來決定的。使用這個方案時，電風扇很少工作在全速狀態，從而減少了音頻噪音，特別是，不論是電子系統是在家裡還是在辦公室，都令使用者感到愉快。

節省電力

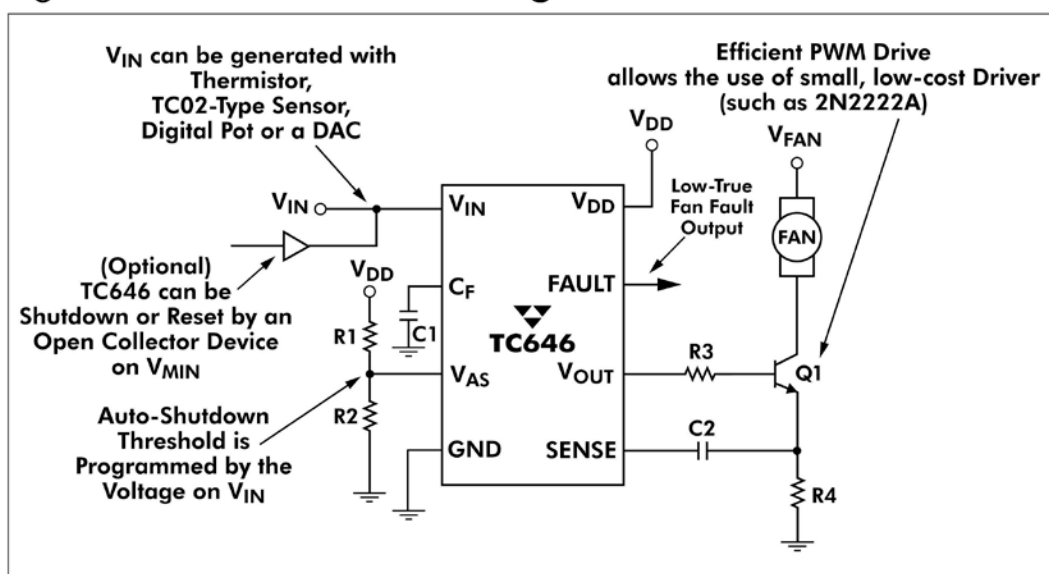
對於現在的系統，電風扇本身消耗的大量電流是一個大問題。電風扇的速度和與功耗之間的關係是平方律。所以，降低速度可以節省很多電能。例如，一臺典型的電風扇在全速運行時吸收功率 8 W，把速度降到一半時，它所消耗的功率不過才 2 W。

故障檢測

一臺電風扇的故障會引起器件密度很高的 PC（或者其它電子設備）的內部溫度很快上升。當用在臨界溫度時，檢測電風扇是否出現故障，防止整個系統因此而出現故障，是極為重要的。正如前面講到的，電風扇運行時的任何不正常現象，是由不同的原因造成的：軸承磨損，電風扇吸入空氣的路徑受到堵塞，異物堵住轉子，電氣上的故障。

監測電風扇是否正常，既複雜又非常重要。Microchip 的電風扇速度控制集成電路能夠檢測電風扇是否停止不轉，是不是沒有連接到電源上。方法是檢測換相脈衝，當電風扇的每個極有激磁時便出現換相脈衝。如果在一秒鐘的期間內沒有檢測到脈衝，便產生一個故障警告信號。可以用這個信號來觸發報警電路，或者啟動備用電風扇。在備用系統中，備用電風扇經常在監測電路的控制下啟動。

Fig.3 TelCom's Thermal Management Solution



正如前面討論過的，圖 3 所示電路是解決電風扇管理的完整方案。Microchip 的 TC646 是獨立的、低成本的電風扇管理器，其中包含一個脈寬調制（PWM）電風扇速度控制器（以及啟動定時器）和一個電風

扇故障檢測器。它通過一隻低成本的晶體管帶動任何兩條引出線的電風扇。輸入電壓範圍從 1.5 V 至 2.6 V，所對應的電風扇速度為 0%到 100%。

溫度信號是由一隻成本很低的 NTC 熱敏電阻器產生。輸出信號的佔空比，因而電風扇的速度，隨著 V_{in} 端的電壓上升而增大。在 SENSE 引腳上 (R_i 和 C_i) 如果沒有檢測到脈衝，便認為電風扇出現故障，輸出故障信號，表示電風扇停止轉動，斷開，或者電風扇沒有連接上。當測量到溫度低於用戶用 R_i 和 R_o 設定的最低數值時時（在這個溫度不需強迫風冷），TC646 便自動地將電風扇的運行停下來。

除了 TC646，Microchip 還有另外兩種電風扇控制器集成電路，它們的功能略有不同。

一、TC642：與 TC646 相同，除了它沒有自動關機的功能之外。

二、TC648：是 PWM 電風扇速度控制器，具有關機功能以及過溫檢測功能。

Microchip 還有一些應用技術文獻，其中介紹了設計方案，包括這些集成電路如何接到 I²C 總線上，備用系統的實現，用 NLX 電源時如何實施電風扇速度控制，以及使用多臺電風扇的方案。

普通的熱管理方案

分立器件和集成電路並用的方案

許多設計工程師採用集成電路加分立器件。這個方案很靈活，然而從成本、複雜程度和佔用的空間考慮，並不是很好的方案。此外，集成電路與分立器件並用的方案在功能和性能方面不能達到很高水平。例如，一項需要開關型 DC/DC 控制器、兩隻溫度傳感器、兩隻晶體管、一隻二極管、一個電感器和許多其它的分立元件的設計，它最多只能實現三種速度的控制。

智能電風扇

最近幾年來，具有三根引出線和五條引出線的智能電風扇甚受歡迎。這類電風扇提供第三個輸出信號（測速發電機輸出），一個裝在里面的或者外面的溫度傳感器。如果是測量電風扇排出去的空氣溫度（大多數智能電風扇是這樣做的），這會對系統造成危險，因為在系統內部的發熱與排出去空氣溫度之間存在時間滯後。而且，具有三條引出線的電風扇比起只有兩條引出線的電風扇要貴得多，多半是專門訂制的產品，這表示，從訂貨到提供產品會拉長到幾星期。這個方案並沒有提供任何的速度控制，因此，不能降低音頻噪音，也不能降低功耗。

電風扇控制電路板

最後，許多製造商趨向於購買完整的設計方案，例如購買交流及直流電風扇控制電路板。這種方案的控制功能強、性能好，然而它們成本高，對於空間緊迫的應用並不是很好。因此，這類產品大多數是用於大電扇，和空氣流量大於 200 英寸³/分鐘的鼓風機。

結論

對於大多數電子設備，熱管理已經成為一個十分重要的問題。設計人員和產品經理花費大量時間、金錢，作出了巨大的努力，目的是提供充分的熱管理方案。Microchip 的電風扇控制器系列產品旨在改變這個局面。在正常運作的情況下，使用 Microchip 的這些芯片可以降低電風扇的噪音，顯著地節省電費，並提高系統的可靠性。

—完—

Microchip 的名称和徽标组合、Microchip 徽标、dsPIC、KeeLoq、KeeLoq 徽标、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC32 徽标、rfPIC 和 UNI/O 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的注册商标。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL 和 The Embedded Control Solutions Company 均为 Microchip Technology Inc. 在美国的注册商标。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、chipKIT、chipKIT 徽标、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified 徽标、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock 和 ZENA 均为 Microchip Technology Inc. 在美国和其他国家或地区的商标。

SQIP 是 Microchip Technology Inc. 在美国的服务标记。

在此提及的所有其他商标均为各持有公司所有。

© 2011, Microchip Technology Inc. 版权所有。