

車輛引擎室冷卻風扇馬達起火案例分析

文／圖：李立成

消防影音新聞台首頁 :: 案例宣導 :: **96年5月份新聞**

[前言]

車輛本身起火的汽車火災案例中，常見的起火原因依起火特性可分為3類：第1類為由電氣配線短路或電裝品故障所引火的電氣類，第2類為由燃料油、機油外洩所引火的油類，第3類為排氣管與可燃物接觸所引火的排氣管類。

上述電氣類起火原因包含電線短路、電氣機械故障發熱及接線端子鬆動發熱而起火，通常電線短路起火發生在改裝車及外加配備的情況下，例如加裝爆閃燈或衛星導航設備，因加裝設備的電線通常沒有設置專用保險絲保護，且配線配置也較凌亂隨便，短路後在沒有保險絲的狀況下，非常容易起火成災；而原車所設置的電氣機械因機件故障過熱後引燃周圍可燃物，即使有電流過載保險裝置，仍一樣會發生火災，此次以下列案例介紹引擎室冷卻風扇組機械故障起火調查的經過。

[現場狀況]

- 一、發生日期：95年6月。
- 二、發生地點：新竹縣。
- 三、起火原因：引擎冷卻風扇馬達故障起火。
- 四、燃燒物件：汽車1輛。
- 五、車輛資料：富豪自小客車，出廠年份1994年，1998CC，汽油引擎。

[火場（燃燒情形）簡略描述]

- 一、車主將車輛從維修廠完成冷卻風扇組更換後，開車20分鐘返家，停放於住家附近路邊。
- 二、維修前引擎溫度異常升溫，維修後引擎溫度正常沒有異狀。停車熄火下車後便聞到引擎室傳出煙臭味，開啟引擎蓋檢查，發現車頭水箱後方風扇馬達起火燃燒。
- 三、初時火勢並不大，車主企圖用嘴將火吹熄，但無法成功，待返家拿水滅火時

引擎室已起火燃燒，無法搶救而向消防局報案。

[燃燒後概況]

一、火災現場位於路邊，車輛停放整齊。受燒車輛為自小客汽車 1 輛，並未延燒其他建築物。

二、引擎蓋燃燒後情形：

- 1.正面：左側前方有 V 型變色痕跡，V 型尖端在水箱位置左側（參照照片 1）。
- 2.背面：水箱位置後方靠左泛白，顯示該處溫度甚高（參照照片 2）。

三、引擎室內受燒情形：

- 1.引擎室前方有 2 個冷卻風扇，右側風扇未受燒，左側風扇馬達後方電線披覆燒毀，但未發現電線熔痕。
- 2.車輛左側電瓶右側燒熔嚴重。
- 3.左側冷卻風扇馬達上方的電線絕緣披覆部份燒毀，部分燒黑。
- 4.左側冷卻風扇馬達控制裝置上方燒白特別明顯，其附近僅燻黑。

四、將左側冷卻風扇馬達拆下後，調查馬達內部受燒情形：

- 1.馬達風扇塑膠扇葉未受燒，控制裝置端塑膠燒熔。
- 2.控制裝置燒熔，碳刷燒黑，碳刷固定塑膠燒失。
- 3.檢視其內部線圈及電源線完好，未發現熔痕。

引擎冷卻系統介紹（Cooling System）

引擎運轉時燃燒室內的燃燒造成引擎各部位溫度上升，而冷卻系統的功用就是帶走引擎因燃燒所產生的熱量，使引擎維持在正常的運轉溫度範圍內。引擎依照冷卻的方法可分氣冷式與水冷式，我國因氣候環境因素，車輛均設計均採水冷式引擎，即靠冷卻水在引擎中循環來冷卻引擎，如冷卻系統失效時，易造成引擎過熱或損壞。

冷卻系統由汽缸體與汽缸蓋的水套、水泵、散熱器（水箱）、調溫器、冷卻風扇所共同組成：

- 1.水套：為冷卻引擎本體所產生的熱，設計冷卻液在汽缸體和汽缸蓋的內外殼間之循環空間。
- 2.水泵：在引擎體前面由引擎曲軸所連動，目的為使冷卻水在引擎水套和水箱之間不斷循環。
- 3.散熱器：又稱水箱，是冷卻系統最重要的構件，由金屬散熱薄片所組成。將吸收熱量後的冷卻水引導至水箱上方，再經由分水管流至水箱下方後經管路流回

引擎，流動的過程中藉散熱片將熱量散發於空氣中，以達到冷卻的目的。現代汽車引擎多採用壓力式水箱蓋來提高水的沸點，減少冷卻水流失，並提高冷卻效率。

4.調溫器：又稱節溫器，俗稱水龜。其功用在防止引擎過冷，並控制引擎的工作溫度。引擎未達到正常工作溫度時，水套到水箱的通路關閉(小循環)，冷卻水在引擎內循環，以較低的冷卻效率讓工作溫度能在短時間達到理想狀態。引擎溫度高時活門打開，使水套內的水能與水箱循環(大循環)。

5.冷卻風扇：水冷式引擎利用水來降低引擎的溫度，再利用散熱器降低水的溫度為加速流通散熱器的空氣，引擎室水箱後方裝置有風扇以達最佳的冷卻效果。現代許多汽車改用電子式驅動，例如本案例風扇驅動方式即為電動馬達直接轉動。電動風扇的特點為引擎低溫時風扇不轉動，縮短引擎溫熱時間，同時運轉噪音也較小。

[火災原因研判]

一、比對引擎蓋內、外側受燒情形及引擎室延燒方向，可研判火勢由冷卻風扇馬達處起火，與車主指出起火位置相同，因此，確認起火處為引擎室前方、電池右方的冷卻風扇馬達。

二、拆解風扇馬達比較內外受燒情形，以風扇馬達控制裝置內部燒毀較為嚴重，其碳刷部位塑膠燒失，而其內部線圈完好，未發現熔痕，排除馬達線圈短路所造成，研判應以控制裝置過熱引發控制裝置塑膠起火燃燒。

三、汽車修理場會勘表示，該車維修項目為冷卻風扇馬達組。

四、依據 TAIPEI TIMES 2004 年 9 月 16 日 及 ConsumerAffairs.Com2004 年 9 月 13 日 網路新聞顯示，富豪汽車公司於同 9 月 13 日表示由於該公司所生產部分汽車的冷卻風扇電子控制模組（EFCM）的電線發生問題，可能造成散熱風扇過熱、電線短路，甚至起火燃燒，因此，富豪汽車公司決定召回全球 46 萬台（包括台灣 1,800 台）汽車，包括從 1999 年至 2001 年所出產 S80、S60、XC70、V70 四款車型，而該次召回行動也是該公司有史以來最大的召回行動，但富豪汽車公司台灣分公司表示，我國迄今尚未有因該項問題而導致人員傷亡的情形發生，且願意對配合回廠檢修車輛提供免費風扇模組更換。該公司更進一步表示，在溫暖氣候地區及低速行駛運轉情況下，風扇馬達的電子控制模組電線容易發生短路現象，短路後使冷卻風扇不停運轉，因而導致風扇過熱，風扇過熱後故障失效，也會連帶使引擎過熱，而風扇馬達附近的物品也會形成熱損，增加火災發生的風險。

五、依據日本社團法人日本自動車整備振興會連合會網頁於 2002 年 1 月 17 日及

2004年9月9日表示，富豪汽車於日本公布召回更換冷卻風扇裝置，其原因分別為冷卻風扇馬達的控制裝置（EFCM）迴路設計不良，導致內部迴路短路，馬達無法停止繼續動作運轉，造成控制裝置過熱熔損及冷卻風扇馬達的控制裝置內機板焊接不良，引擎室內的高溫造成焊接處龜裂，使控制裝置內迴路短路，產生過電流，進而造成機板部過熱熔損，此2種原因均有火災發生之虞。

綜合上述分析，本案起火原因為引擎冷卻風扇馬達控制裝置（EFCM）過熱導致周圍物品起火所致。

[結論]

當電裝品設計不良、浸水、受到撞擊等情形時，有可能產生異常的狀況，然此種車輛電氣系統故障不像燃料系統有燃油外洩的明顯異臭徵狀，因此行駛中較不容易被發現，而通常駕駛發現電氣系統有異常狀況時，可能就是車輛已瀕臨起火危險的時機；所以在使用車輛時除應隨時注意有無警告燈號亮起外，亦應配備小型滅火器，遇故障起火的情形，能立即進行初期滅火，防止火勢擴大。

本案例說明冷卻風扇馬達起火的可能性，也提醒消費者應注意原廠召回相關資訊，並配合回廠檢修更換。至於車廠在安裝產品時也應注意產品型號是否與召回瑕疵品同款，以避免不必要危險發生。

[參考資料]

東京消防庁予防部，2000，新火災調查教本（第四卷車輛火災編），財団法人東京防災指導協會。



圖 1：起火車輛引擎蓋內側受燒泛白



圖 2：引擎室延燒方向

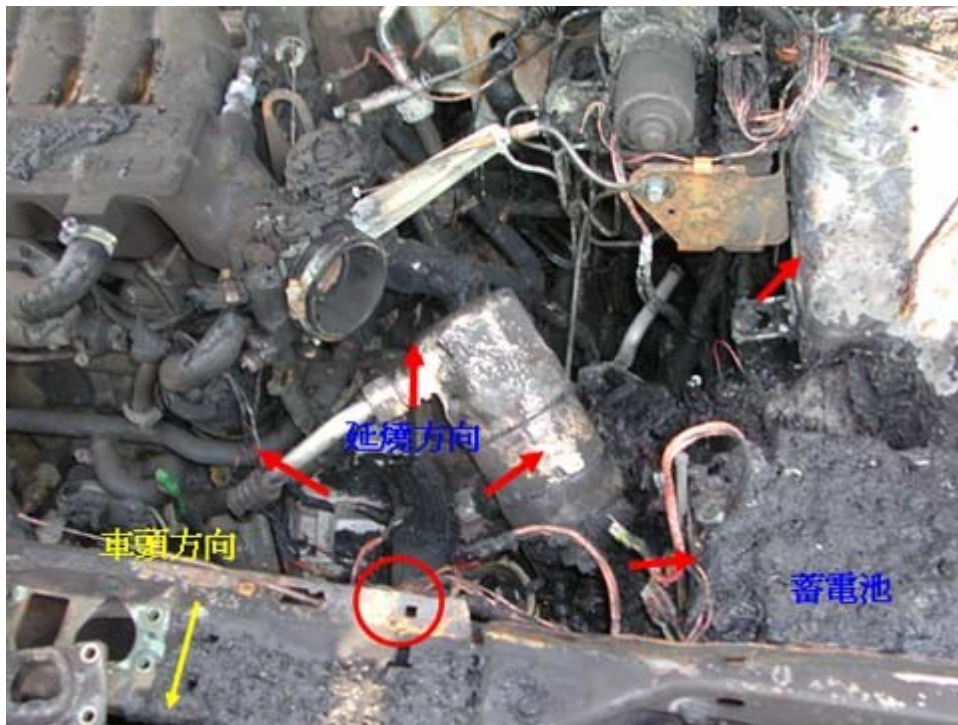


圖 3：馬達後蓋燒穿

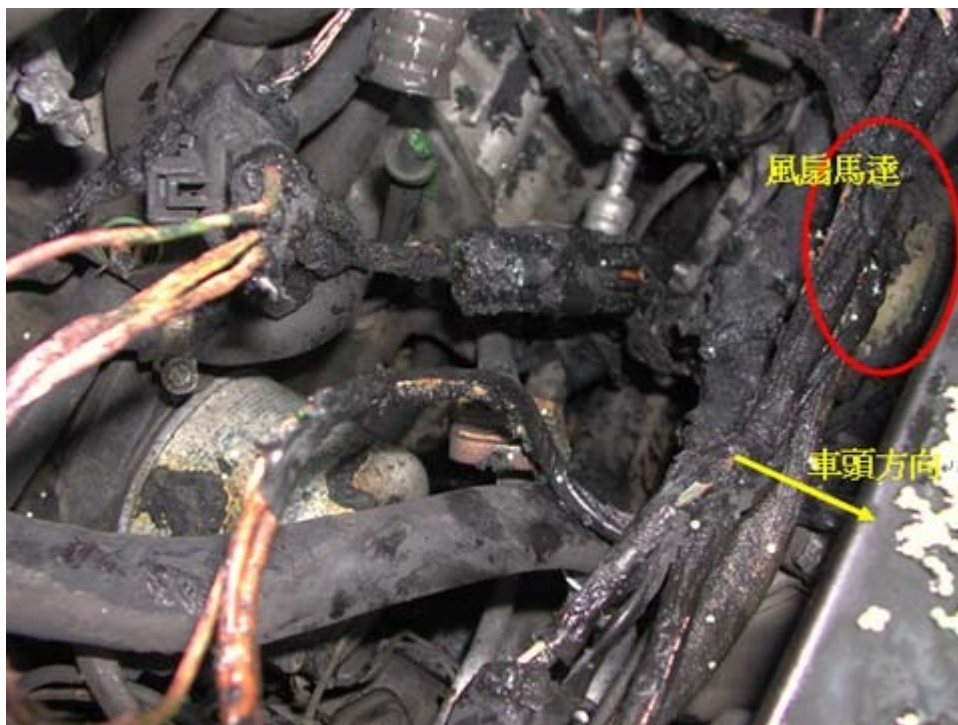


圖 4：馬達後方電線受燒



圖 5：馬達軸承受燒燻黑、碳刷元件燒熔



圖 6：風扇馬達裝置，扇葉端未受燒，控制裝置端部分燒熔



圖 7：馬達控制裝置受燒情形