

大華科技大學

機電工程研究所

碩士論文

使用 CFD 分析以太陽能驅動風扇之

汽車降溫系統

**The CFD analysis of vehicle's  
cooling system composed of  
solar-driven fans**

研 究 生：范順維

指 導 教 授：曾慶祺 博士

中 華 民 國 一 〇 二 年 七 月

# 大華科技大學

## 論文口試委員會審定書

本校 機電工程 研究所碩士班 范順維 君  
所提論文 使用 CFD 分析以太陽能驅動風扇之汽車降溫系統

合於碩士資格標準、業經本委員會評審認可。

口試委員：

顧喬祺

涂耀仁

林國楨

曹慶祺

指導教授：

曹慶祺

所長：

卓益彰

中華民國 102 年 7 月 10 日

使用 CFD 分析以太陽能驅動風扇之汽車降溫系統

**The CFD analysis of vehicle's cooling system  
composed of solar-driven fans**

研究生：范順維

Student: Shun-Wei Fan

指導教授：曾慶祺 博士

Advisor: Dr. Ching-Chi Tseng

大華科技大學  
機電工程研究所  
碩士論文

A Thesis

Department of Mechatronic Engineering  
Ta Hwa University of Science and Technology  
In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

Master of Science

In

Mechatronic Engineering

June 2013

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國一〇二年七月

# 使用 CFD 分析以太陽能驅動風扇之汽車降溫系統

研究生：范順維

指導教授：曾慶祺 博士

大華科技大學 機電工程研究所

## 摘要

本文利用模擬分析方法探討於汽車天窗裝設風扇，在不同條件下進行進、排氣，以改善汽車內部高溫，並提供業界做為設計降溫系統的參考。本研究使用 CFD 分析軟體模擬啟動降溫系統後車內溫度及流場的變化，進行實車測試比對分析，並於分析時考慮風扇進、排氣強制對流作用時間，外部太陽高溫仍透過玻璃傳熱至車內的熱通量計算，以提高模擬分析的可靠度。

針對實驗結果驗證模擬分析可靠度，延伸軟體模擬進行其它不同 Type 進、排氣及風扇速率變更計算分析，對於後續解決汽車高溫效應具有極大的助益。

關鍵字：太陽能、熱通量、強制對流、風扇散熱。

# **The CFD analysis of vehicle's cooling system composed of solar-driven fans**

Student: Shun-Wei Fan

Advisor: Dr. Ching-Chi Tseng

Department of Mechatronic Engineering  
Ta Hwa University of Science and Technology

## **Abstract**

In this article, we use simulation to study the installation of the fan on the car's sunroof. We considered the fan system in different conditions. The intake and outtake can adjust the internal temperature of a vehicle. This provides the industries a reference to design the cooling system.

In this study, we using the CFD software to simulate the cooling system, the temperature distribution and the flow velocity inside the vehicle can be obtained. . The fan's forced convection for the intake and outtake, and the external heat passing through the glass are also considered in our calculation. These improve the accuracy of the simulation.

The reliability of the simulation is verified by the experimental results, and different conditions for the intake and outtake of the cooling system are then applied to perform the simulation, which help to optimize the design and can greatly benefit the subsequent solution for the issue of automotive high-temperature effect.

Keywords : solar power, heat flux, forced convection, cooling fan.

## 誌 謝

---

本論文得以順利完成，感謝本校機電工程研究所之所有教授及老師諄諄教導，亦感謝裕器工業股份有限公司徐福光董事長的勉勵，對於論文及課業之完成致上最真誠謝意。

本研究係由行政院國家科學委員會產學合作(NSC99-2622-E-233-003-CC3)計畫，感謝國科會的經費補助，進行實驗設備建構，讓本論文得以順利進行，特此申謝。

最後，我要向我的家人及協助友人表達真誠致謝之意，尤其是家人的鼓勵與支持致上最高謝意。

范順維 謹誌

## 目錄

中文摘要.....	III
英文摘要.....	IV
誌謝.....	VI
目錄.....	VII
圖目錄.....	IX
表目錄.....	XII
符號表.....	XIII
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 文獻探討.....	3
第二章 研究目的.....	7
第三章 研究方法.....	10
3.1 設計製作.....	10
3.2 可行性分析.....	16
3.3 實驗分析步驟.....	29
第四章 結果與討論.....	36
4.1 CASE1 車內溫度的 CFD 模擬與實驗結果比對.....	36
4.2 其他不同 CASE 分析計算結果.....	43



第五章 結論.....	59
參考文獻.....	61
著作.....	63

## 圖目錄

圖 1.1	1960-2009 年夏季逐日最高溫之頻率分圖.....	3
圖 2.1	本系統成車組裝示意圖.....	9
圖 2.2	本系統裝置開啟關閉示意圖.....	9
圖 3.1	系統運作示意圖.....	13
圖 3.2	系統之組合圖.....	13
圖 3.3	本系統之之盒體分解圖.....	14
圖 3.4	本系統之功能方塊圖.....	14
圖 3.5	論文之進行步驟圖.....	15
圖 3.6	NISSAN MARCH 汽車 3D 視圖.....	18
圖 3.7	NISSAN MARCH 汽車側視圖.....	19
圖 3.8	NISSAN MARCH 汽車上視圖.....	19
圖 3.9	NISSAN MARCH CAD 3D 示意圖.....	20
圖 3.10	車體外型網格示意圖.....	21
圖 3.11	車體內部網格示意圖.....	21
圖 3.12	CASE_2 CAD 3D 示意圖.....	26
圖 3.13	CASE_3 CAD 3D 示意圖.....	27
圖 3.14	CASE_4 CAD 3D 示意圖.....	27
圖 3.15	CASE_5 CAD 3D 示意圖.....	28

圖 3.16	實驗流程圖.....	29
圖 3.17	車體溫度量測點位置.....	31
圖 3.18	實驗系統圖.....	31
圖 3.19	車內降溫舒適電腦控制系統.....	32
圖 3.20	NISSAN MARCH 實驗用車.....	33
圖 3.21	實驗系統裝置圖.....	34
圖 3.22	溫度控制監測曲線.....	35
圖 4.1	CASE_1 車體流場正視圖.....	37
圖 4.2	CASE_1 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	37
圖 4.3	CASE_1 車體流場側進氣風扇口側視圖.....	38
圖 4.4	CASE_1 模擬系統啟動 1 分鐘.....	38
圖 4.5	CASE_1 模擬系統啟動 2 分鐘.....	39
圖 4.6	CASE_1 模擬系統啟動 3 分鐘.....	39
圖 4.7	CASE_1 模擬系統啟動 4 分鐘.....	40
圖 4.8	CASE_1 模擬系統啟動 5 分鐘.....	40
圖 4.9	模擬系統啟動後溫度圖.....	41
圖 4.10	實驗五分鐘與模擬分析圖表.....	42
圖 4.11	CASE_2 車體流場正視圖.....	43
圖 4.12	CASE_2 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	44

圖 4.13	CASE_2 車體流場側進氣風扇口側視圖 .....	44
圖 4.14	CASE_2 模擬系統啟動 1 分鐘溫度顯示.....	45
圖 4.15	CASE_2 模擬系統啟動 5 分鐘溫度顯示.....	45
圖 4.16	CASE_3 車體流場正視圖.....	47
圖 4.17	CASE_3 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	47
圖 4.18	CASE_3 車體流場側進氣風扇口側視圖.....	48
圖 4.19	CASE_3 模擬系統啟動 1 分鐘溫度顯示.....	48
圖 4.20	CASE_3 模擬系統啟動 5 分鐘溫度顯示.....	49
圖 4.21	CASE_4 車體流場正視圖.....	50
圖 4.22	CASE_4 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	51
圖 4.23	CASE_4 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	51
圖 4.24	CASE_4 模擬系統啟動 1 分鐘溫度顯示.....	52
圖 4.25	CASE_4 模擬系統啟動 5 分鐘溫度顯示.....	52
圖 4.26	CASE_5 車體流場正視圖.....	54
圖 4.27	CASE_5 車體流場中央進氣風扇口側視圖.....	54
圖 4.28	CASE_5 車體流場側進氣風扇口側視圖.....	55
圖 4.29	CASE_5 模擬系統啟動 1 分鐘溫度顯示.....	56
圖 4.30	CASE_5 模擬系統啟動 5 分鐘溫度顯示.....	56
圖 4.31	模擬各 CASE 5 分鐘降溫趨勢圖.....	58

## 表目錄

表 4.1	實驗五分鐘與模擬分析比較表.....	42
表 4.2	分析 CASE 邊界條件表.....	57
表 4.3	模擬分析各 CASE5 分鐘後溫度總表.....	57

## 符號表

$q''$	熱通量	$W/m^2$
$q$	車體內部熱量	$J/m^3 \cdot ^\circ C$
$C_p$	空氣比熱	$J/Kg \cdot K$
$t$	時間	sec
$V$	汽車車內體積	$m^3$
$\Delta T$	汽車內外溫度差	$^\circ C$