

國立中興大學機械工程研究所

碩士論文

指導教授：盧昭暉 博士

定容預混紊流火燄缸壁熱傳分析與氣冷式二行程引擎缸壁熱傳量測

Analysis of Premixed Turbulence Flame Wall Heat Transfer in A Constant Volume Chamber and Measurement of Wall Heat Trransfer in Two Stroke Engine

研究生：鍾尚文 撰

中華民國八十四年七月一日

## 中文摘要

本文的研究主要有兩部份，第一部份是採用一維紊流火燄的模式來探討定容室內的火燄傳播情形與其所引起的熱傳現象，並藉由熱邊界層的觀念來計算火燄與側向壁間的熱傳量。第二部份是直接量測氣冷式二行程引擎的缸壁熱傳現象。

數值計算的結果無論是側向熱傳量或正向熱傳量均較實驗量測值高，然而在火燄到達時，火燄與側向壁或是端壁間的熱傳趨勢卻是一樣。此外，紊流理論模式所計算出來的熱傳值及壓力值的特徵時間（ $t_c$ ）較層流理論模式的計算結果接近實驗量測值，且在熱傳峰值方面也較接近實驗數據。當量比0.9時的正向熱傳量與側向熱傳量方面均較當量比0.8時的正向熱傳量與側向熱傳量大，然而定容室內的壓力峰值卻相差無幾。此外，紊流動能初始值為24J/kg時的側向熱傳量較紊流動能初始值為12J/kg時的側向熱傳量大，然而在正向熱傳卻相差無幾。另外前者定容室內的壓力峰值卻較後者小許多，這與前者的側向熱傳過大有關。

機車引擎量測部份則建立一套可量測瞬時熱傳的小型氣冷式二行程引擎設備。進行實驗量測時發現，引擎在firing狀態時，火燄與缸壁間的熱傳值及

汽缸內的壓力變化很大，而在 motoring 時汽缸壓力均很穩定，但缸壁熱傳值有稍微的變動。

## ABSTRACT

This research consists of two main parts. The first is to analyze the heat conduction between flame and end wall in a constant volume chamber by the use of one dimensional turbulent flame model, and to calculate the lateral heat conduction by the use of thermal boundary layer. The second is to measure the wall heat conduction in a gas-cooled two stroke engine.

The results show that both the lateral heat conduction and the end wall heat conduction calculated by turbulent flame model is larger than the experiment results, but is smaller than the results calculated by the laminar flame model. Next, the time scales of heat conduction and pressure calculated by turbulent flame model is far larger than the results calculated by laminar flame model, and is closer to the results of experiment. Both the lateral heat conduction and the end wall heat conduction of the equivalence ratio 0.9 is larger than the results of the equivalence ratio 0.8, but the difference of pressure of two is small. In the different initial turbulence kinetic, the larger this is, the larger the lateral heat conduction is, and the smaller pressure is, but the difference of end wall heat conduction is small.

In the part of measurement in engine is mainly to build up a set of measurement system of transient wall heat conduction. From the results of measurement, while the engine speed is fixed and in firing condition, the difference of the variable of heat conduction and pressure of any cycle is large, but in motoring condition, the difference is small.

# 目錄

中文摘要 .....	I
英文摘要 .....	II
致謝.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
符號說明.....	VII
第一章 緒論 .....	1
1.1 前言.....	1
1.2 定容燃燒室中火燄傳播現象.....	3
1.3 文獻回顧.....	3
第二章 定容預混紊流火燄傳播之物理模式.....	9
2.1 簡述 .....	9
2.2 紊流火燄傳播模式.....	9
2.3 壓力分佈.....	12
2.4 擴散機構.....	12
2.5 化學反應機構.....	13
2.6 側向熱傳 .....	16
2.7 一維紊流火燄傳播方程式.....	18
2.8 熱力學性質.....	20

第三章	數學模式與數值方法 .....	23
3.1	基本假設 .....	23
3.2	統御方程式 .....	23
3.3	初始條件與邊界條件 .....	27
3.3.1	初始條件 .....	27
3.3.2	邊界條件 .....	28
3.4	數值方法 .....	29
第四章	數值結果與討論 .....	31
4.1	簡介 .....	31
4.2	火燄傳播 .....	31
4.3	計算結果與實驗數據比較 .....	34
4.4	當量比與初始紊流動能的影響 .....	38
第五章	機車引擎缸壁熱傳量測 .....	40
5.1	實驗量測裝置與設備 .....	40
5.1.1	機車引擎 .....	40
5.1.2	瞬時熱傳量測 .....	41
5.1.3	瞬時壓力量測 .....	42
5.1.4	編碼器 .....	43
5.1.5	數據擷取系統 .....	43
5.1.6	測試台 .....	43
5.2	實驗原理與方法 .....	44

5.2.1	測試程序 .....	44
5.2.2	瞬時缸壁熱傳量測 .....	46
5.2.3	瞬時壓力量測 .....	51
5.2.4	實驗量測誤差 .....	52
5.3	量測結果與討論 .....	54
5.3.1	量測結果現象描述 .....	54
5.3.2	汽缸壓力對缸壁熱傳的影響 .....	55
5.3.3	燃燒現象對缸壁熱傳的影響 .....	56
第六章	結果與未來研究方向 .....	58
6.1	結論 .....	58
6.2	未來研究方向 .....	59
參考文獻	.....	61
附表	.....	67
附圖	.....	70
附錄A	熱邊界層厚度 .....	105