

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

單缸四行程引擎燃燒特性  
與能量使用效率分析

The Combustion Characteristics and  
Energy Efficiency Analysis for Single  
Cylinder Four Stroke Engine

研究生：陳仁茂 撰

中華民國九十三年七月十七日

## 中文摘要

本文主要目的在發展一合理而且易於操作的分析程式，透過引擎運轉，汽缸壓力與排汙數據，建立機車引擎性能的分析與診斷技術，做為引擎設計與發展的基礎。

在燃燒特性分析中，主要分析燃燒循環變異以及燃料燃燒比例，計算發現燃燒比例於 4000 rpm 大約為 85%，IMEP 之 COV 為 3.64%。

引擎效率分析則透過引擎動力計以及汽缸壓力可分析燃料燃燒後所釋放出來熱量的去處，包括不完全燃燒損失，熱傳損失，排氣損失，排吸損失，摩擦損失，及附件馬力損失。並建立簡易的理論模式，計算可獲得的馬力，燃燒效率以及引擎效率。其中，於引擎 4000rpm 時，燃燒效率約為 85%，引擎效率約為 21%。

而根據第一定律分析結果，並無法顯著的確定引擎系統中，各種型式的能量在做有用的機械功方面所具有的不同能力，透過第二定律的分析，考慮引擎在燃燒過程中所出現的不可逆性，以可利用功的觀點來分析引擎模型，更有效地追蹤引擎在各個過程的壓力和溫度等狀況，分析各個過程可用功的大小、效率及影響造成變異的因素，其中於 4000 rpm 時可用性毀壞約為 25%。

## ABSTRACT

A reasonable and easily used program was developed in this study to investigate the performance of engine with the measured data of engine cylinder pressure, exhaust emission and engine characteristics.

In combustion characteristic analysis, combustion cyclic variations and fuel mass burnt ratio were obtained. The results show that the fuel mass burnt ratio at 4000 rpm is about 85% and the coefficient of variance of IMEP is 3.64%.

In engine efficiency analysis an easily model was established to analysis energy's whereabouts. We can calculate the incomplete combustion loss, heat transfer loss, exhaust loss, pumping loss, friction loss, and accessory loss. The result of combustion efficiency is about 85% and the engine efficiency is about 21%.

Finally we use second law analysis to calculate the availability and irreversibility of combustion process. The irreversibility of combustion process at 4000 rpm is about 25%.

# 目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
圖表目錄.....	VI
符號說明.....	X
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 文獻回顧.....	2
1.3 研究目的與方法.....	2
第二章 實驗與數據處理.....	4
2.1 實驗設備.....	4
2.1.1 測試引擎.....	4
2.1.2 汽缸壓力擷取系統.....	4
2.2 實驗方法.....	6
2.3 實驗數據處理.....	8
2.3.1 量測數據轉換.....	8
2.3.2 汽缸壓力準位.....	8
2.3.2 汽缸壓力修正.....	9
第三章 理論模式.....	16
3.1 燃燒化學分析.....	16
3.1.1 燃燒化學平衡計算.....	16
3.1.2 空燃比計算.....	17
3.2 燃燒穩定性分析.....	20

3.3	IMEP 計算.....	21
3.4	熱釋放率計算.....	22
3.4.1	汽缸體積與面積變化.....	22
3.4.2	熱釋放率.....	23
3.4.3	熱傳模式.....	24
3.5	能量與損失分析.....	25
3.5.1	燃料燃燒.....	25
3.5.2	燃燒熱能與未完全燃燒.....	26
3.5.3	機械功，熱傳損失，排氣損失.....	27
3.5.4	輸出功，排吸損失，摩擦損失，附件馬力損失 .....	28
3.6	第二定律可用能分析.....	29
3.6.1	可用能基本概念.....	29
3.6.2	引擎可用能平衡.....	30
3.6.3	燃料之可用性.....	31
第四章	引擎性能量測.....	36
4.1	扭力與馬力.....	36
4.2	進氣流量.....	36
4.3	油耗.....	37
4.4	污染排放.....	38
4.5	空燃比.....	38
4.6	氣缸壓力量測重複性.....	39
4.7	計算性能.....	39
4.7.1	燃油效率.....	39
4.7.2	容積效率.....	40

4.7.3	引擎摩擦馬力.....	41
4.7.4	排氣溫度.....	41
第五章	引擎性能分析.....	49
5.1	燃燒特性.....	49
5.1.1	燃燒穩定性.....	49
5.1.2	熱釋放率分析.....	51
5.2	引擎能量使用效率分析.....	58
5.2.1	燃燒效率.....	58
5.2.2	熱轉換效率.....	59
5.2.3	機械效率.....	60
5.2.4	引擎效率.....	61
5.2.5	引擎效率分析總結.....	61
5.3	可用性分析.....	61
5.3.1	壓縮行程.....	61
5.3.2	燃燒行程.....	62
5.3.3	可用性與能量之比較.....	63
5.3.4	影響可用性毀壞之因素.....	64
第六章	結論與未來研究方向.....	91
6.1	結論.....	91
6.2	未來研究方向.....	92
附錄 A.....		94
參考文獻.....		96
致謝.....		99