

## 摘要

在鋼鐵熱軋過程中，工輓的溫度分佈控制著工輓的熱形變量，同時也影響軋延鋼帶的品質。為了有效控制工輓因高熱導致的形變，學者們嘗試以數值模擬或實驗方法來探討工輓的溫度分佈。本文對工輓的物理模型建立一個二維軸對稱暫態數學模型，使用數值方法模擬工輓在熱軋過程中的熱傳行為，並探討在不同的狀況下的溫度分佈與變化。

本文之數值結果包括工輓在穩態下的溫度分佈與工輓受週期性軋延後的暫態溫度變化，結果顯示在連續軋延下經過足夠長時間輓體溫度將會達到穩態(Steady)其大小隨  $Bi$  增大而減小；在週期性軋延下，經過足夠長時間輓體將會達到週期性穩態(Periodic Steady)，若是  $Bi$  越大則平均溫度越低，且加熱時間越長平均溫度會越高。

## 誌 謝

本論文可以順利完成，在此感謝指導教授楊文美博士的悉心指導與諄諄教誨，特此致上感激與謝意！

承蒙口試委員胡毓仁博士、崔燕勇教授與傅武雄教授於口試期間的給予論文指正與意見，使得本論文更為嚴謹與完善，在此亦表達由衷之感謝。

研究生活兩年，同窗之情筆墨無以形容，感謝英棋和勝文學長與我互相鼓勵相互提攜，以及實驗室學長豪傑與學弟秋傑、啟豪再平實的多加幫忙與關心，使得研究生涯更為充實。

最後，僅以本論文獻給我敬愛的父母、親愛的家人與在天上默默保佑我的爺爺，以及一路陪我走來點點滴滴在心頭的女友怡菁，有你們的鼓勵與關心，這一路走更有價值！

# 目 錄

摘要.....	I
誌謝.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	IV
圖目錄.....	V
符號說明.....	VI
第一章 緒論.....	1
1-1 前言.....	1
1-2 文獻回顧.....	1
1-3 研究目的.....	4
第二章 物理模式.....	5
2-1 統御方程式.....	5
2-2 初始條件.....	6
2-3 邊界條件.....	6
2-4 無因次化.....	8
第三章 數值模式.....	12
3-1 輓體的離散方程式.....	12
3-2 數值計算過程.....	14
第四章 結果與討論.....	16
4-1 各參數對輓體溫度分佈的影響.....	16
4-1-1 Bi 數對輓體溫度分佈的影響.....	17
4-1-2 鋼帶平移所造成的現象.....	18
4-2 週期性軋延過程的溫度分佈.....	18
4-2-1 Bi 數對輓體溫度分佈的影響.....	18
4-2-2 不同軋延週期輓體的溫度變化.....	19
第五章 結論.....	21
參考文獻.....	22

# 表 目 錄

表 1	各類型格點係數表.....	25
-----	---------------	----



# 圖 目 錄

圖 1	熱軋輓輪組示意圖.....	29
圖 2	軸對稱工作輓輪示意圖.....	30
圖 3	輓體格點類型分類圖.....	31
圖 4	格點數目測試圖.....	32
圖 5	輓體在不同 $Bi$ 條件下經過長時間軋延後溫度隨時間變化圖.....	33
圖 6	輓體在 $Bi=1$ 時，取不同 $z$ 座標對 $r$ 的溫度變化圖.....	34
圖 7	輓體在 $Bi=10$ 時，取不同 $z$ 座標對 $r$ 的溫度變化圖.....	35
圖 8	當 $Bi=1$ 時，輓體的等溫線分佈圖.....	36
圖 9	當 $Bi=10$ 時，輓體的等溫線分佈圖.....	37
圖 10	當 $Bi=1$ ，將鋼帶平移 0.1 時的等溫線分佈圖.....	38
圖 11	當 $Bi=1$ ，將鋼帶平移 0.2 時的等溫線分佈圖.....	39
圖 12	輓體經過長時間週期性軋延的溫度變化隨時間變化圖....	40
圖 13	輓體於週期性軋延時達到升溫與降溫平衡狀態時的溫度隨時間變化圖.....	41
圖 14	輓體遭遇不同 $Bi$ 時，單一週期的溫度隨時間變化圖.....	42
圖 15	輓體在相同軋延週期，不同加熱時間的溫度變化圖.....	43
圖 16	輓體在不同軋延週期，相同加熱時間的溫度變化圖.....	44

# 符 號 說 明

## 符 號

$Bi$	Biot number
$c$	比熱
$h$	熱對流係數
$k$	熱傳導係數
$m, n$	$r, z$ 方向取的格點數
$\dot{Q}$	由鋼帶傳入工軛的熱量
$R$	軛體半徑
$r, z$	軛體座標
$T$	溫度
$t$	時間
$\bar{r}, \bar{z}$	無因次座標
$\alpha$	熱擴散係數
$\Theta$	無因次溫度
$\rho$	密度
$\tau$	無因次時間

## 下標說明

surr	環境室溫
W	主格點之左邊界
E	主格點之右邊界
N	主格點之上邊界
S	主格點之下邊界

## 上標說明

n	數值計算第 n 個時階
---	-------------

