



# 伸線眼模最佳化設計方法

## Optima Design Method for Wire Drawing Die

<sup>1</sup>陳光宇 / <sup>2</sup>楊凡毅 / <sup>3</sup>林育賢

<sup>1</sup>金屬工業研究發展中心 金屬製程處 金屬成形組

<sup>2</sup>國家中山科學研究院 航空研究所 專案工程組

<sup>3</sup>勞動力發展署中彰投分署 精密機械股

**摘要：**金屬線材在日常生活中扮演著不可或缺的角色，舉凡傳輸電力之電纜與電線、半導體產業所使用之封裝導線等，皆係透過伸線製程所生產。伸線製程為塑性加工領域之一環，係一種將金屬線材透過抽、拉等形式，行經眼模後改變斷面積大小之工法。眼模漸進區與伸線成形息息相關，其幾何參數可由形狀因子描繪。模半角為控制形狀因子之重要參數，最終將影響伸線應力之大小。為提升伸線之成功率，本研究提出了一眼模最佳化設計方法。先行求解最佳化伸線應力方程式，爾後將結果代入眼模幾何參數進行最佳化設計，最後探討多種邊界條件下之最佳製程參數。

**Abstract :** Metal wires, such as the cables and wires for power transmission, and the bonding wires for semi-conductor industry, play an important role in our daily life. They are typically manufactured by wire drawing process, which is a kind of metal forming. The cross-section of the wires is shaped by going through wire drawing die. The shaping process is significantly influenced by die approaching zone, which could be characterized by size factors. In advance, the factors are determined by the semi-die angle, which affects the scale of drawing stress. In order to help increase the success rate of wire drawing, an optima die design method is proposed in this research. Optima drawing stress equation is worked out firstly. Optima geometrical parameters are then obtained based on the evaluation process. In the end, different boundary conditions of wire drawing process based on the optima method are discussed.

**關鍵詞：**伸線製程、眼模幾何、最佳化設計

**Keywords :** Wire Drawing Process, Die Geometry, Optima Design

### 前言

模具於塑性加工領域中扮演極為重要之角色，材料皆透過模具經各種外力模式產生塑性變形，因此探討模具與材料間之關係即為一重要課題。伸線製程係一種透過圖 1(左)之伸線成形機將金屬線材經抽、拉等外力模式，使其產生塑性變形進而改變

斷面形狀之工法。Wright [1]、賴氏[2]與 Kumar 等人[3]詳實探討伸線製程之細節，包括伸線塑性力學理論、影響伸線製程參數、伸線用模具與伸線成形機台等。線材成形成功與否係由伸線應力所決斷，Wright [1]與賴氏[2]分別以功能原理與力平衡法探討伸線應力方程式。

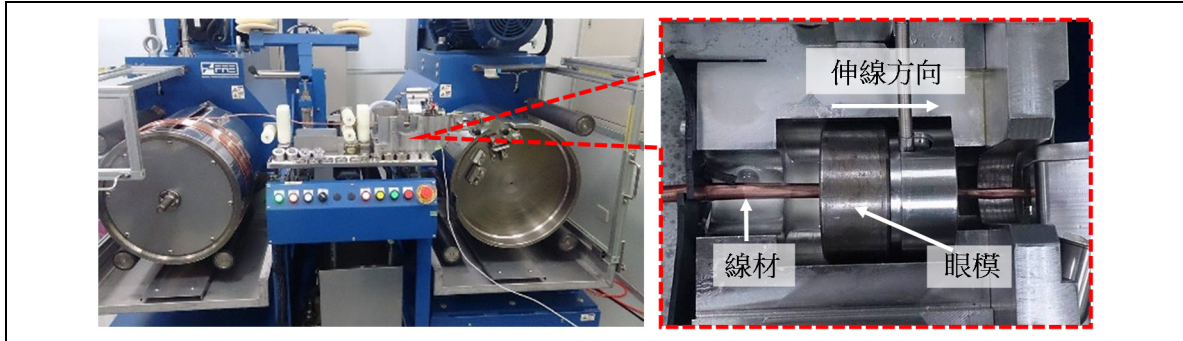


圖 1 (左)金屬中心伸線成形機(右)伸線過程

伸線製程所使用之模具為圖 1 (右)所標示之眼模。眼模幾何參數為影響伸線製程之一大因素，與伸線應力有著密不可分之關係。眼模之模半角係最為被探討之幾何參數，許多前人之研究係透過不同實驗與數學方法進行細究。Wistreich [4]透過實驗探討不同減面率下所對應之模半角。Tittel 與 Zelenay 等人[5, 6]透過實驗比較兩組不同模半角之眼模對伸線製程之影響。Massé 與 Fourment 等人[7]以演算法演算搭配元模式探討最佳模半角。

### 伸線成形概述

透過抽、拉等外力形式行經可改變斷面形狀之眼模，使線材產生塑性變形之製程謂之伸線製程。本章節將先行詳述眼模之內部構造與相關幾何參數之界定，爾後再以功能原理探討伸線製程眼模與線材間之關係。

#### 1. 眼模幾何參數

由圖 2 可了解眼模之大致構造。眼模主要由模殼與模仁組成，模殼係提供模仁支承與保護，因不與線材成形有直接關係，其材質多以價格較低廉之鋼材為主。模仁為線材成形之重要媒介，為使眼模俱高強度與高壽命等特質，常見之材質為碳化鎢、人工鑽石與天然鑽石。模仁內部可粗略分為漸進區與定徑區，漸進部主要功能為使線材變形、潤滑劑導入，定徑區則是決斷線材最終直徑之區域。

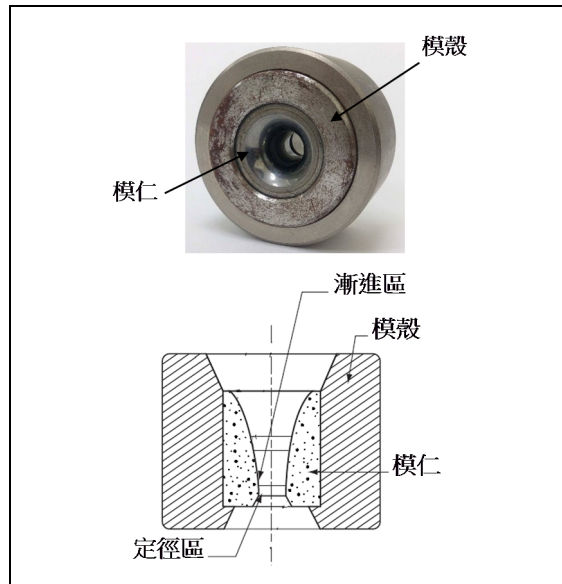


圖 2 眼模外觀(上) 剖面圖(下)

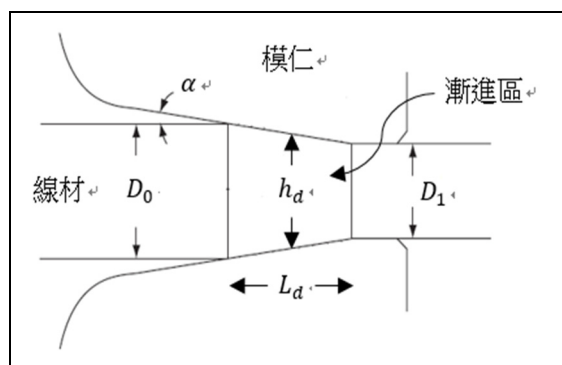


圖 3 漸進區幾何參數

眼模幾何參數顧名思義為眼模幾何尺寸，一般係探討與線材成形有最直接關係之漸進區與定徑

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】417 期・106 年 12 月號

每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)

機械工業雜誌信箱：[jmi@itri.org.tw](mailto:jmi@itri.org.tw)