



# 異型水路於塑膠製品 射出成型製程之應用

Applications of Conformal Cooling  
for Plastic Products during Injection Molding Process

蔡元勛

金屬中心  
精微成形研發處  
模具與精微加工組

黃聖智

高雄應用科技大學  
機械工程系  
材料與能源組  
研究生

簡瑞廷

金屬中心  
精微成形研發處  
模具與精微加工組

王江全

均質科技股份  
有限公司  
總經理

王江銘

均質科技股份  
有限公司  
副理

陳建羽

金屬中心  
精微成形研發處  
模具與精微加工組

## 關鍵詞(Keywords)

- 異型水路 Conformal Cooling
- 射出成形 Injection Molding
- 積層製造 Additive Manufacturing (AM)

## 摘要(Abstract)

在射出成型製程中，影響生產週期時間之主要因素即冷卻時間長短。傳統的模具水路設計，因受限於金屬模具加工工法，並無法做出複雜之水路設計，且在模具內部必須考量相關機構與水路間是否產生干涉，故往往讓水路的加工自由度受到限制，因此應用傳統的水路設計造成產品之生產週期過長。近年來，因金屬積層製造技術之

發展，使得複雜的異型水路設計得以加工製作。本文即選擇一塑膠製品，以模流分析方法比較傳統與異型水路冷卻效率差異，並於透過雷射燒結技術製作異型水路模仁，研究過程中導入射出成型驗證，藉此比較傳統水路設計及異型水路對成型性之差異。

In the injection molding process, cooling time is a main factor to influence the cycle of manufacturing. The outline design of a traditional cooling system in injection molding tool was only fabricated by concise straight channel with drilling, cutting and milling. Hence the degree of freedom for machining was restricted. Recently, complicated cooling channel design known as conformal cooling was fabricated by additive manufacturing technology (AM technology). There are many



advantages of conformal cooling, such as closed distance between cooling channel and cavity surface, flexibly curved surface following product profile and more uniformity of mold temperature between core and cavity. In this research, a special plastic sample has been executed with molding analysis. The results show that the cooling efficiency is better with conformal cooling than with a traditional method. In addition, cycle time was effectively reduced in this research.

## 1. 前言

近年來，由於金屬積層製造技術(additive manufacturing, AM)的發展突飛猛進，包含使用選擇性雷射燒結技術(select laser sintering, SLS)、分層實體製造方法(laminated object manufacturing, LOM)、電子束熔化成型(electron beam melting, EBM)等方法，其主要目的即是利用金屬粉末或線材作為原料，並以雷射源、電子束或相關可瞬間提供能量之方法即時熔化金屬材料，並使其成型成為所要的外型，因此相較於以往所使用的金屬切削加工方法，可製作出非常複雜的金屬產品，使產品設計無論外表或內表面皆可以金屬積層製造方法落實複雜的產品形狀，故近年來是一個相當熱門的金屬成型方法。

傳統的模具水路加工方法往往是以鑽孔或切削方法進行水路加工，屬於減法的製程方式，因此水路設計上受到相當大的限制。若想沿產品曲面進行水路設計，或設計複雜的水路型式，則以

傳統的金屬切削加工工法並無法製作出；近年來因金屬積層製造方法有了關鍵技術的突破，其製程方法主要是將金屬粉末燒結成想要的構型，屬於加法的製程方式，原理無論是使用何種積層製造方法皆是層層堆積燒結長出所設計的外型，故再複雜的水路設計亦可使用金屬積層製造方法做出，這也是近年來異型水路受到矚目的原因。異型水路除可讓模具溫度更加均勻以外，亦可使成型週期大幅縮短，使產能增加，因此國內外許多研究單位爭相投入該研究[1-4]。

一般透過傳統機械加工法所製造的水路設計上都受限，無法服貼模穴表面，當模穴表面具有高低落差時將無法有效均勻冷卻模具表面，導致產品因為熱差造成之應力殘留。因此，越來越多異型水路設計被應用到模具上，藉此改善成品缺陷，Hopkinson 等人[5]使用雷射直接燒結技術(direct metal laser sintering, DMLS)製作具有異型水路的塑膠模具，探討其製程所製造之模具，導入冷熱溫度隊成型的影響，並製作不同厚度之試片，其厚度為 2 mm 與 10 mm 試片，在塑料溫度分別為 170 °C 與 270 °C 時，熱能對水路溫度的影響。Sachs et al. [6]使用 3D 列印技術，加工異型水路模具，透過實驗與分析探討與傳統式槍鑽所設計製造之模具進行成型比較，由其實驗結果得到異型水路於模具表面，有較均勻的溫度分佈狀況，且模具在成型週期中的溫度，可以有效被水路冷卻，局部昇溫狀況較小。Dimla et al. [7]針對模具冷卻水路設計進一步進行探討，利用 CAE 分析，輔助比較傳統水路水路與異型水路在模具的熱分佈狀況，發現利用異型水路設計有效縮短週期時間，並獲得更好的成型品質，提昇射出成形效率。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】381 期・103 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)