

## 前所未有的輕盈與強度組合

沙夫豪森IWC萬國錶首次採用陶瓷複合基材料 (CMC) 製造錶殼。該公司與德國航天中心 (DLR) 合作開發這個複雜的製造過程。IWC萬國錶研究和創新部門經理Lorenz Brunner回顧了這段長達近十年的工程之旅。

**Lorenz Brunner, 能否介紹一下CMC材料是屬於甚麼類別?**

CMC的全名是「陶瓷基複合材料」(ceramic matrix composites)。這是由纖維嵌入基質中所組成的複合材料。不同於傳統的碳纖維強化聚合物, 基質不是以聚合物製成, 而是陶瓷。

**這些材料有甚麼特點?**

一方面, 陶瓷基複合材料具有陶瓷的典型特性——非常堅硬、耐刮和耐腐蝕。另一方面, 和以微粒燒結而成的傳統陶瓷體不同, CMC零件更輕且不易碎。

**它們為甚麼這麼不容易損壞?**

就像任何複合材料一樣, 理想的材料特性是兩個主要成分之間相互作用的結果, 而在這裡, 是陶瓷基質和嵌入的纖維。如果CMC零件受到衝擊, 基質仍然會產生裂紋。但來自裂紋的能量會被纖維吸收、轉移, 然後在纖維束中分散。

**這些材料已經使用在哪些地方?**

由於其獨特的特性, 陶瓷基複合材料非常適合對強度、輕盈和耐高溫有極高要求的應用, 包括航天領域。CMC材料也經常用於製造跑車和豪華汽車的煞車碟。

**IWC萬國錶與德國航天中心開發出這款新材料。原因是甚麼?**

製造CMC零件需要精深的專門技術知識。當我們尋找合作夥伴時, 我們遇到了德國航天中心 (DLR)。他們在這個領域擁有豐富的專業知識, 能夠為我們在開發材料方面提供專業支持。

**CMC錶殼到底是如何形成的?**

一開始, 是一種傳統的碳纖維強化聚合物。我們先把碳纖維切成碎片, 然後浸透樹脂, 再壓入模具並進行烘烤。這個壓制過程會產生一個大致呈錶殼形狀的預製件, 但整體尺寸稍大。

**但這時候, 它們還只是碳纖維強化聚合物製成的部件。**

是的, 你說得對。下一步是去除聚合物基質。這是透過一種稱為熱解的過程進行。我們會把預製件放入烤箱中加熱, 使溫度超過聚合物基質的分解溫度。在這個大約七天的過

程中, 聚合物轉化為碳。由於碳纖維具有熱穩定性, 只有基質會被轉化。這讓我們能夠得到一個緻密的纖維編織結構, 嵌入在多孔的碳基質中。

**那麼, 要如何把陶瓷基質融入其中?**

這需要在過程中增加另一個步驟——矽化。把矽晶體放在目前只是由碳纖維和碳基質組成的零件上。然後, 一起放在烤箱中加熱到矽的熔點以上, 如此一來, 矽就會通過毛細管作用進入空隙中。在這個過程中, 矽——當然, 這是一種半金屬, 會與碳基質和部分纖維產生化學反應。因此, 在纖維之間的空隙中會形成碳化矽陶瓷構成的基質。

**錶殼現在算是完成了?**

經過矽化, 錶殼尺寸仍然會稍微大一點, 表面呈現出金屬質感, 因此還需要修整。由於碳化矽陶瓷的維氏硬度已經達到約2400, 從這個階段開始, 只能使用金剛石工具進行打磨。這是一個非常費力的過程。

**為甚麼開發這個工藝需要近十年的時間?**

陶瓷基複合材料的製造過程極為複雜且耗時。我們必須回答無數的詳細問題——從選擇纖維和基質的原料, 到確定每個步驟的精確過程參數。為了確保品質至臻完美, 我們還進行了電腦斷層掃描分析等措施。這能幫助我們保證關鍵區域沒有毛孔或裂縫, 並且纖維分布均勻, 等等。

**最大的挑戰是甚麼?**

此前從來沒有人生產過陶瓷基複合材料的錶殼。因此, 我們首先需要了解這種材料用來製造錶殼時表現如何。熱解和矽化過程需要做到完美無缺, 才能在整個零件中形成均勻分布的陶瓷基質。在開發過程中, 我們還必須對幾何形狀進行一些調整, 以充分發揮材料的優勢。

**最終的錶殼是甚麼樣子的?**

完成的錶殼呈啞黑色, 並展現出由纖維所決定的結構, 每一塊都是獨一無二。這些錶殼不僅極為輕盈、堅硬且耐刮, 也比傳統陶瓷更不易損壞。然而, 所有辛苦都是值得的。透過開發首款由陶瓷基複合材料製成的錶殼, 我們再次突顯IWC萬國錶在使用新材料方面的先鋒地位。

### 沙夫豪森IWC萬國錶

沙夫豪森IWC萬國錶是領先業界的瑞士高級腕錶製造商，總部設於瑞士東北部沙夫豪森。憑藉IWC葡萄牙系列及飛行員腕錶等系列，品牌涵蓋從優雅到運動時計所有腕錶類別。IWC萬國錶由美國製錶師兼工程師佛羅倫汀·阿里奧斯托·瓊斯 (Florentine Ariosto Jones) 於1868年創立，以獨特的製錶工程技術聞名於世，把頂尖的工匠技藝和創造力與尖端科技及製程結為一體。

在過去150多年的歷史中，IWC萬國錶以設計專業儀器錶和實用的複雜功能享譽盛名，尤其是精巧、堅固以及易於使用的計時和日曆機制。IWC萬國錶身為採用鈦金屬與陶瓷材質的先驅，如今專門研究以彩色陶瓷、Ceratanium® (瓷化鈦金屬) 和鋁化鈦等先進材質製造極須高度工程技術的錶殼。

作為致力於可持續發展的高級製錶領導者，IWC萬國錶以負責任的方式採購原料，並採取實際行動將其對環境的影響降到最低。品牌以透明度、循環性、責任感三大支柱為基石，打造出經久耐用的時計，並以最負責任的方式不斷改進產品製造、配送及保養的每個細節。IWC萬國錶也與遍布全球的組織合作，透過慈善工作支援兒童與青年。

#### 下載

圖片可於[press.iwc.com](https://press.iwc.com)免費下載

#### 詳細資訊

沙夫豪森IWC萬國錶

公共關係部門

電郵 [press-iwc@iwc.com](mailto:press-iwc@iwc.com)

網站 [press.iwc.com](https://press.iwc.com)

#### 網絡及社交媒體

官方網站 [iwc.com](https://iwc.com)

Facebook [facebook.com/IWCWatches](https://facebook.com/IWCWatches)

YouTube [youtube.com/iwcwatches](https://youtube.com/iwcwatches)

Twitter [twitter.com/iwc](https://twitter.com/iwc)

LinkedIn [linkedin.com/company/iwc-schaffhausen](https://linkedin.com/company/iwc-schaffhausen)

Instagram [instagram.com/iwcwatches](https://instagram.com/iwcwatches)

Pinterest [pinterest.com/iwcwatches](https://pinterest.com/iwcwatches)