



# 電腦輔助公差分析與尺寸鏈技術

## Computer Aided Tolerance Analysis and Dimension Chain Technology

<sup>1</sup>楊淑慧 / <sup>2</sup>吳建峰

<sup>1</sup>工研院機械所 工業物聯網技術組 智動化介面技術部

<sup>2</sup>工研院機械所 工業物聯網技術組 智動化介面技術部 業務經理

**摘要：** 幾何尺寸與公差(geometric dimensioning and tolerancing, GD&T)是工業技術中重要的關鍵，其深深影響產品的品質、成本與裝配難易度。為了保證零組件能順利進行裝配，且組裝完成後其功能與效能皆能達到運作標準，在設計階段透過尺寸鏈(dimensional chain)進行分析、運算，確定各個零組件之間的尺寸關係，審慎判斷各零組件的精度。

本文將介紹現有的公差分析尺寸鏈軟體與相關技術，並提出一套結合即時量測技術與智能分析尺寸鏈之軟體規劃，該軟體可以輔助機械工程師建立公差標準與尺寸鏈而不需要經驗豐富的公差分析師協助，未來期望此套工程軟體可以被廣泛運用在開發端及工廠生產組裝端，有效率的節省開發時間及增加產品的品質，也能夠解決人員組裝配適時的匹配問題，循序漸進的引導台灣中、小企業邁入工業 4.0 的時代。

**Abstract :** Geometric dimension and tolerance (GD & T) is essential in industrial technology as it deeply affects the quality of products, cost and the difficulty of assembling. In order to ensure the components can be successfully assembled and the function and performance of final assemblies meet operation standards also, designers can use dimension chain to analyze and check the accuracy and the relation between the dimensions of the components during design process.

This article will introduce currently available software of GD&T, dimension chain analysis and related technology. Software that can integrate immediate measurement technology and intelligent analysis of dimension chain will be described. The software can support mechanical engineers to establish tolerance standards and dimension chain without relying on experienced tolerance analyst engineers. It is hoped that in the future the software can be widely used in product designing and quality management to help significantly reduce development and inspection time, and solve assembling problems. In the end, it will support Taiwanese small and medium enterprises in the transition of Industry 4.0.

**關鍵詞：** 幾何尺寸與公差、尺寸鏈、工業 4.0

**Keywords :** Geometric Dimension and Tolerance, Dimension Chain, Industrial 4.0



## 前言

因零件裝配性的需求，早在十八世紀於法國兵工廠內，產生了公差配合及零件規格化的製造概念。一開始，公差主要用以滿足使用者所需之功能，但因生活水準的提高，使用者對於產品愈來愈講究品質，隨著生產技術改善及大量生產模式的普遍化，公差概念的重點轉而著重於支援大量生產零組件的互換性與產品規格化，藉由公差來管理產品的品質、規格及零組件之組裝。

公差是產品品質與成本的重要指標，一般對於設計者來說，公差愈小產品功能及品質愈好，但相對的，產品的成本也會提高，所以設計者必須在品質、製造成本、加工機具的使用、機械維護與製程能力...等各因素之間做詳細的分析與取舍。[1]

公差配合是工業技術中重要的關鍵之一，其深深影響產品組裝後的功能。為了保證零組件能順利進行裝配，且組裝完成後其功能與效能皆能達到運作標準，所以工程師在設計時，必須仔細分析和確定各個零組件之間的尺寸關係，審慎判斷各零組件的精度，包含：形狀、尺寸公差、位置公差與裝配公差，它們之間的關係便必須用尺寸鏈(dimension chain)來進行分析和運算。

目前現有業界已有開發出相關的尺寸公差分析軟體，例如：CETOL、Stack up...等，其分別是 2D 及 3D 操作介面，藉由匯入 2D 平面組合圖檔或是 3D 立體組裝件，點選出零組件想計算的封閉尺寸鏈，軟體即可自動判斷出構成尺寸鏈相關的尺寸與公差，並計算出貢獻度及靈敏度。業界現有軟體雖然可以計算出相關數據，但是圖面匯入軟體後，軟體並沒有辦法自動的偵測出組合件上的尺寸鏈，必須透過人工點選的方式才能找出。

為了可以讓工程師可以用簡單的方式並在短時間內計算出複雜的尺寸鏈，我們正規劃開發出一套結合即時量測技術與智能分析尺寸鏈之軟體規劃，該軟體可以輔助機械工程師建立公差標準與尺

寸鏈而不需要經驗豐富的公差分析師協助，未來期望此套工程軟體可以被廣泛運用在開發端及工廠生產組裝端，有效率的節省開發時間及增加產品的品質，也能夠解決人員組裝配適時的匹配問題，循序漸進的引導台灣中、小企業邁入工業 4.0 的時代。

## 業界現有尺寸鏈分析軟體介紹

透過了解現在業界擁有的尺寸鏈分析軟體，可以揚長避短，發揮已開發軟體的優點或有利條件，克服現有軟體的缺點與不利條件，循序漸進的規劃出未來軟體介面的走向，包容舊有思維，新增創新功能，提高軟體未來被整合到台灣中、小企業自動化生產線的機會。尺寸鏈分析軟體目前常用的有兩大類，分別是 3D 尺寸鏈分析與 2D 尺寸鏈分析，我們舉 CETOL 6 $\sigma$  與 StackUp 為例。[2][3]

CETOL 6 $\sigma$  是一個 3D 分析軟體，其特色在於能夠與 SolidWorks、Creo...等 CAD 繪圖軟體直接整合以供開發工程師可以直接利用現有的繪圖軟體來進行設計驗證、模擬及尺寸公差分析檢查，而且只要匯入 3D 模型並設定產品的運動、組件配合狀態，即可以在短時間內分析出實際的問題點，讓工程師可以依照分析結果來研討解決的方案。運用軟體分析，可以得到可靠的答案，訂定出正確的加工公差，進而可以大幅度的減少組裝成品的時間、提高產品的品質、縮短產品的生產週期及提高生產效率，如圖 1 所示。

StackUp 是 2D 分析軟體，StackUp 的操作比較簡單直覺，可以快速的進行尺寸鍊分析，只要開啟軟體就可以在短時間內幫開發產品工程師完成公差分析的計算及產出數據，與 CETOL 6 $\sigma$  不同的是，StackUp 分析時不需要同時打開 CAD 軟體及 Excel 表格進行繁瑣的量測及輸入便可以進行分析運算。軟體分析流程大致如下。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】413期・106年8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)