

# 張力控制螺栓

文/ Laurence Claus



圖一  
張力控制螺栓  
組裝分解圖

## 何謂張力控制螺栓？

張力控制螺栓有個圓頂頭部、本體、螺紋和一個稱作銷尾的鍵槽尖端（見圖一）張力控制螺栓是ASTM F3125規範中結構螺栓家族的一部分。如同其他結構螺栓的變化一樣，有兩種不同樣式，一般和耐候鋼，以及兩種強度等級，125,000 psi和150,000 psi。125,000 psi的等級被稱作A325級，並依據其是否為第一類（一般鋼）或第三類（耐候鋼）分別標示成 A325TC或A325TC。150,000 psi的等級被稱為A490等級，並依據其是否為第一類或第三類分別標示為A490TC或A490TC。

張力控制螺栓大多時候是以組零件形式出現。實際上，除非所有零組件都已被妥當裝配好，以及像是零件二次潤滑的加工不被允許由原本製造商以外的人施作時才能被使用。張力控制螺栓組零件是由張力控制螺栓、符合ASTM F436規範的墊片和符合ASTM A563規範的耐重六角螺帽所組成。

## 前言

幾乎在每一個主要結構性鋼構建築案件中都可以看到被稱作Skidmore的測試裝置，這是一種在結構栓合組裝時用來測試扭力張力是否有達到標準的裝置。

我曾經從一位在這領域相當專精的朋友口中聽到很多關於扭力張力的有趣案例。其中一例我最喜歡的是一通來自Barrow Alaska（現在稱作Utqiagvik）的建築領班的電話。Barrow是美國最北邊的城市，距離北極圈320英里遠。地處嚴寒，一年只有約三分之一時間高於冰凍溫度。我的朋友John說會接到這通電話是因為鋼架組裝工人所測試的每批張力控制螺栓都無法達到最低的預置張力要求。他們確信 Skidmore張力測試裝置沒有正常運作。John告訴他們帶一些樣本來並讓這些樣本回到室溫狀態看會發生什麼事。結果這麼做讓結果完全改變，受試零件也通過測試，讓建築團隊可以在不用延遲完工的情況下完成工作。

這個故事只是許多關於張力控制螺栓故事中的其中一個。這個巧妙的產品也因此成為許多結構栓合組裝中最常用的產品之一。也是許多設計師和建築團隊完成簡易組裝非常受歡迎的選擇，但就如上述案例中所說，使用時會需要稍微了解它的運作模式才不會有問題。事實上它是非常複雜精密的產品。因此，讓我們一起來好好認識一下它吧。

安裝方式對新手來說相對簡單。整個安裝可以被拆裝後又立刻組裝上接合處。零件就能緊密貼合，然後必須使用特殊的起子來調整接合處的張力。雖然看似相當簡單和平凡，實際上卻牽涉到很多重要的工程技術竅門。一旦接合處已經完成緊密貼合，也就是所有接合零件都緊密地接觸但卻缺少重要預置負荷的點，就會有三個主要的摩擦力區。這些摩擦力區產生在：

- 墊片接觸受鉗制材料之處
- 螺帽承力面接觸墊片之處
- 螺栓頭部接觸受鉗制材料之處



再說一次，一旦接合處緊密貼合，兩個接觸點之間沒有縫隙，但尚未產生足夠的張力。因此為了完成接合並產生想要的張力，就必須使用特殊的電動扳手。這支工具有兩個分開的軸，一個順時鐘轉動螺帽的外軸和逆時鐘轉動螺帽和抓住鍵槽銷尾的內軸。**本質上，螺帽和墊片表面的接觸區是三個接觸區域中最小的且潤滑完整，摩擦力會是最小且旋轉會從該處開始。**當螺帽開始旋轉時螺絲因為螺絲頭部區域的摩擦力和支撐銷尾工具產生的反作用力而維持靜止。**因為接合處沒有旋轉且緊密貼合，旋轉的螺帽因而產生螺絲延伸或預置負荷。**因為螺絲鎖緊，銷上面的反作用力持續增加直至銷尾斷裂，如此就完成了安裝和用產生的預置負荷鎖緊接合處。

這些都並非偶然發生。每支張力控制螺絲都是被製成符合確切的標準，尤其是跟把螺紋和銷尾分開的溝槽和潤滑有關的那些。每批組裝好的零件都是經過測試和認證，使其可以在離開工廠前皆符合確切的最低張力值。

## 使用張力控制螺絲的優勢

相較於較傳統的結構六角螺絲、墊片和螺帽組裝，使用張力控制螺絲有許多優點。優點主要是與組裝有關。張力控制螺絲可以從螺絲的尾端讓單一操作者直接進行安裝。雖然因為頭部是圓頭狀沒有地方可以固定，所以仍然需要可以接觸到兩端才能讓張力控制螺絲固定到位，但只要空隙足夠就可以固定螺絲到位。至少置放和讓零件貼合緊密的過程和六角螺絲一樣，縱使沒有更輕鬆，但卻更容易達到最終的安裝結果，因為電動鑽頭只需要放在零件上並拉動扳柄即可。**其他優勢還包括穩定的張力、簡易的可視化檢測以及已經被預先組裝可即時安裝的零件。**

張力控制螺絲可以從螺絲的尾端讓單一操作者直接進行安裝。

## 使用張力控制螺絲的缺點

張力控制螺絲也有很多令人擔心的缺點。它雖稱作「張力控制」，實際上張力是相對於扭力衍生而來。這些組裝可能會比較適合命名為「扭力控制螺絲」。不過即使是新手扣件工程師也知道扭力—張力之間的相互關係是很敏感的。換句話說，小小的摩擦力變化會對產生的張力構成顯著變化。因此，操作上的疏忽可能導致張力過大或張力不足。

同樣地，張力控制螺絲很容易受到儲存方式不當或環境不佳所影響。因為文章一開始所提到關於Barrow Alaska的故事案例中就指出，溫度會造成劇烈影響。想想那些被製造商表示認可可以在接近室溫狀態下使用的零件，若是被暴露在寒冷狀態就不能發揮既定效能。我們還知道另一個極端狀態下會產生的問題。當環境狀態是直接暴露豔陽下，零件會變得很溫熱，潤滑劑的效率會提昇因而產生更小的摩擦力和更大的張力。若張力太大，零件將達到其抗拉強度並在銷尾被折斷前發生斷裂。（這也是已知會發生的部分）。此外，氣體的狀態，像是高濕或低溼度以及雨水，都會影響張力控制螺絲的效能。若零件被認為需要再次潤滑，規範也限制只能由原先的製造商施作。

張力控制螺絲很容易受到儲存方式不當或環境不佳所影響。

一些額外的缺點還包括需要使用特殊安裝工具、長度/直徑/表面處理選擇上更加受限、在銷尾端也需要有工具所需的間隙。

很明顯地，儲存和處理上格外重要。這些零件通常是以經製造商認可有通過最小張力的組裝件出現。它們製成後被立刻密封，主要是為預防任何潤滑劑的蒸發或減損，同時保護其免於雨水或其他濕氣的入侵。零件在製造商或扣件經銷商那邊時，都會被儲藏在妥善管控的環境。不過當零件送至工地時，就要看建築工人有沒有好好把零件存放在陰涼乾燥的地方了。最好可以在密封狀態被破壞後，就趕快把零件用完。潤滑劑在幾天內就會開始減少，因此要盡可能把蓋子蓋緊密封，同時遠離雨水或陽光。

## 結論

張力控制螺絲是結構栓合應用時很精巧的解決方案。因為其完全倚賴預置和受認可的扭力張力關係，因此確保其從離開工廠被送至進行安裝這段期間沒有任何改變就很重要。這可能就要對很多一般建築工人進行要求，教育和指導他們做好儲存，以及認可和安裝流程的重要性。當這些控制都有做好，張力控制螺絲將可以成為鋼架組裝工人和建築行業扣件應用上非常不錯的選擇。

