

475057

測 量 之 紋 螺

工具機手冊 第四十一冊

金屬工業發展中心 編譯

測 量 之 紋 螺

工具機手冊 第四十一冊

周 惠 文 譯
王 大 倫 校

版 權 所 有
不 准 翻 印

中華民國六十九年十二月出版

工具機手冊之（四十一）

螺 紋 之 量 測

（全一冊）

編譯者：金屬工業發展中心

發行者：經濟部國際貿易局

印 刷：佳興印刷局企業有限公司

前 言

我國工具機製造，近年來各機種不論在產量和品質上，都有長足的進步，與國外名廠產品，已可媲美，且已大量出口。經濟部國際貿易局鑑於唯有改進產品品質，始可保持已有的市場和進一步拓展外銷，乃于民國六十七年十二月委託本中心編撰工具機手冊約四十冊，內容包括切削加工工具機的製造技術、沖壓模具、塑膠模具、壓鑄技術、鑄造技術、熱處理、表面處理、控制系統等，提供有關本業工廠技術員工參考，希冀由本手冊的刊行，能解答工廠中一部份所遭遇的問題；本手冊前四十冊已於六十九年九月全部刊行，就正我工業界；復承國貿局支持本中心續編第四十一至六十冊計二十冊，主要在將工具機製造公差，工程量測，金屬片沖壓項目等工具機生產技術，又益以精密工具機中心與國外技術合作旋臂鑽床製造之範例，一併編印出版以嚮讀者。至於編撰印行，因時間倉促，容有不週，至祈不吝指示！

序 言

DIN1319訂有工程量測定義，按照新定義量測包括量測檢驗在內，並亦包括目視檢驗部份，依照這標準，量測一定格值而得數字為結果，而量規檢驗則為確定配合尺寸與實際尺寸是否保持在上下界限尺寸之間（參數值之結果）。

在螺紋方面須測定其幾何體之各種定格值，例如：直徑、螺距、螺腹等之製造尺寸，亦即在定格標準尺寸上與另為規定之偏差量。用量規測定螺紋時則須同時顧及許多應予決定之項目，例如螺栓與螺帽之能否旋合或製造公差（用適當儀器）之能否保持穩定。

下列各章不僅敘述螺紋上常用之測定方法與其可能發生之誤差，而且亦能在實際上得經濟地運用，其規定之標準與科學上之原理，則因篇幅關係不予列入，其最重要之部份，可參閱書末所列的參考書籍。

註：本文內〔 〕中的數字係參考文獻的編號，請查閱P.99。

螺 紋 之 量 測

目 錄

頁次

1. 螺紋概說.....	1
2. 螺紋量測的基本原則.....	15
3. 螺紋之實際測定項目.....	18
螺紋節徑——外徑——根徑——螺距——螺腹角——螺紋腹型	
4. 主要特種螺紋之量測.....	70
鋸齒螺紋——圓螺紋——錐形螺紋——蝸桿——滾珠螺桿軸——	
行星螺桿——平面螺紋——漸進式螺紋	

螺 紋 之 量 測

1、螺 紋 概 說

1.1 螺紋之種類

螺紋爲一幾何體，由螺紋與螺紋核心構成，螺紋除用壓擠與鑄造方法以及其他特別方法外，係用刀具在一圓柱體或錐體上切削輪磨或滾製加工，使用之工具沿軸向均勻地前進，而圓柱體本身則均勻地轉動，如以一劃線針或一尖筆代替一刀具則在圓柱體周圍劃一細線以代替一槽，這細線稱爲螺旋線，將此螺旋線展開即爲一直線（圖1.1）。

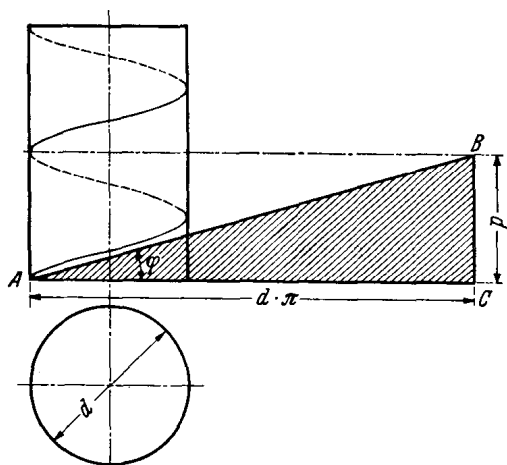


圖1.1 展開之螺旋線。

在圓柱體周圍之螺紋爲外螺紋，在中空圓筒內壁周圍之螺紋爲內螺紋，例如在一螺帽或一螺紋套筒（管接頭）用以連接有外螺紋之二

根管子，螺紋套筒之兩端可各為右螺紋與左螺紋，由之可將二邊二根管子從中間旋入相接。

向右旋轉如從鐘面觀察為順時針方向，相應的右旋螺紋，其螺紋體（螺釘、螺帽、心軸）於右旋轉時，將從觀察者前進離去。

按照螺紋體使用目的，選用各種螺紋型，而分為尖端、梯形、方形、鋸齒形與圓螺紋（圖1.2至1.7）

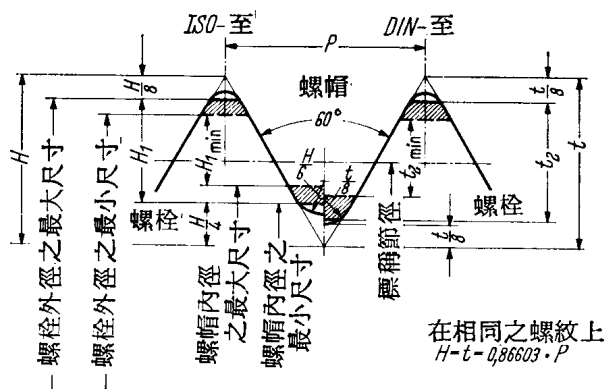


圖 1.2 公制ISO螺紋與公制DIN螺紋。

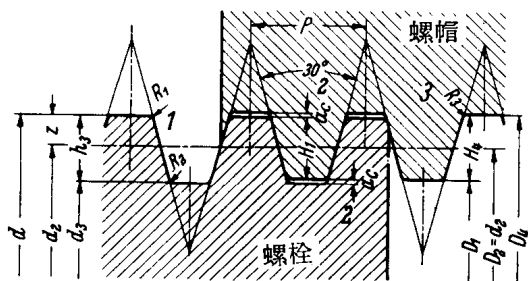


圖 1.3 惠氏螺紋 DIN 11。

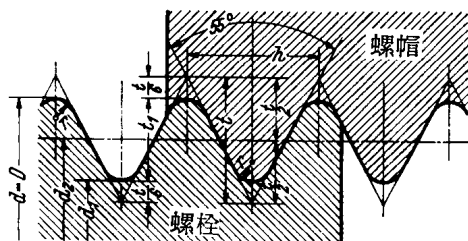


圖 1.4 梯形螺紋 DIN 103。

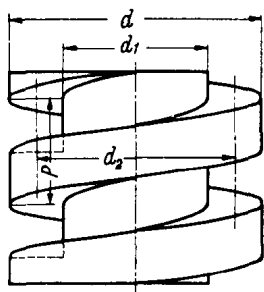


圖 1.5 方形螺紋。

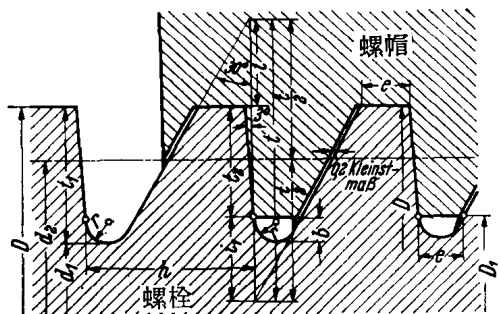


圖 1.6 鋸齒形螺紋 DIN 513/515。

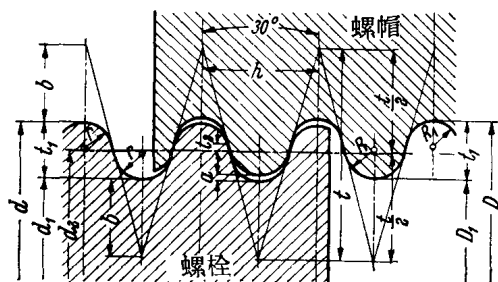


圖 1.7 圓螺紋 DIN 405。

多頭或多線螺紋為當螺紋體轉動一圈時在其周圍所製作均勻間距之二或更多道螺紋槽（圖 1.8）例如蝸桿傳動機構之蝸桿常用此多紋

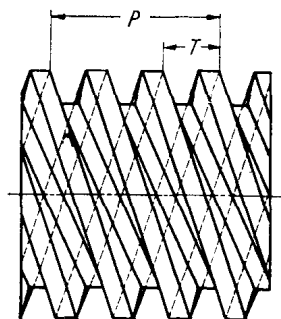


圖 1.8 多頭螺紋（3頭）。

線。

具有漸進式螺距或深度之螺紋其測定數值不斷的增加（4.8 節）這種螺紋應用於塑膠工業之壓擠蝸桿，可使槽內材料在前進時加壓。

錐形螺紋為錐形體之螺紋，例如煉油工業管系統用的API螺紋或如 DIN158 之標準（圖1.9，參閱4.3節）。

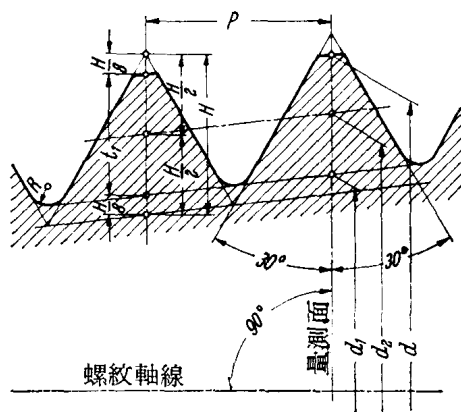


圖 1.9 錐形外螺紋 DIN 158。

1.2 螺紋之應用

如二物體或多件物體用螺釘作固定接合，但隨時可以分解者，則其螺紋可稱為固定螺紋；如用一螺紋體使二物體間獲得可重覆之傳動作用者，則為傳動螺紋。

1.2.1 固定螺紋：

機件之具有固定螺紋者，稱為螺釘（栓），於螺釘上用板手施以小力，即能得強大的軸向力。此際螺栓在旋緊之情形下，螺紋體產生彈性的軸向延伸，因此於接合之機件間產生夾緊力，並產生摩擦力而不使相對移動。這種螺釘接合，猶如鉚釘接合一樣，計算其摩擦接合力為主而非剪力。螺釘常在建築物與機器上直接承受傳遞的變化力或

衝擊力，在這種情形下必須作特別之計算，並須時常加旋緊或用保險以防鬆解。

固定螺紋常用尖端螺紋，在極大之螺釘直徑時可用鋸齒形螺紋之較小螺距者。亦即較小角的鋸齒形螺紋（參閱圖 1.1），在扳手上施以小力即能產生較大軸向力，因而可有較強之自制作用，比粗螺距之螺釘有較大安全性以防阻鬆解。

1.2.2 傳動螺紋：

有傳動螺紋的機件稱為螺桿，其種類甚多，例如製造特別準確而餘隙與摩擦極小之量測螺桿，這在某種量具上直接用作量測長度，加用一圓周分度與游標，由螺距之分數可讀取長度尺寸，例如分厘卡與機械一光學儀器，其臺上安置被量測工件，多設計成相垂直之十字臺。這種儀器的量測準確度，視其螺桿之品質與讀數裝置而定。

傳力或工作螺桿在機器與器具製造上有各種用途。例如工具機臺與滑臺（座）用一螺桿與其可轉動齒輪機構，可獲得均勻而無衝擊的轉動，使機臺與滑臺（座），能有直線的往復運動，車床之導螺桿可用以切削螺紋，其齒輪機構以及導螺桿之軸向運轉準確度，乃為決定該車床上所製作螺紋之準確度。

1.3 螺紋之標準

1.3.1 標準化之目的：

標準可限制一般製作之不同式樣，達經濟與適當之數目，並訂出其尺寸與公差。俾便於不同製作或設計圖樣之另件，而能達到互換性能。

螺紋之標準，依螺紋之種類與大小，可分為6個項目，例如 ISO 及惠氏制，外徑、螺距、螺紋數、螺紋方向、公差範圍。

其他測定項目，除在標準螺紋中可不予註明外，其他則為螺腹角、節徑、根徑、外徑與根徑之內圓角，尖端餘隙、螺紋深度（承力深度）、多頭螺紋之分度、步距角等。

螺紋之具有相同公差方向與螺紋數目，且有相同之螺紋型，外徑與螺距者方能互換，從以上之認識以及迫切之經濟發展下，在機械工

程與其他製造領域中，已訂定有適用之螺紋制度。

1.3.2 歷史簡述：

最早於西曆1500年 Leonards da Vinci 畫出螺紋圖。實際螺紋之發展乃在19世紀中間時期。

1841年英國惠氏首定螺紋制度，螺腹角為 55° 。螺距則以每英吋螺紋數表示，直徑則依照英吋度量衡制度分級，根據當時英國機械工程之優越成就，雖自1832年歐洲大陸已採用公制度量衡制度，這種螺紋仍在歐洲大陸上應用。

1864年美國Sellers氏創作 Sellers 螺紋，螺腹角為 60° 螺紋之尖端予以截平，螺距為每英吋紋數，直徑分級亦為英吋，這種螺紋於4年後定為 USST螺紋（美國標準螺紋）。

1876年德國依照 Delisle 氏建議由德國工程師學會依照公制度量衡制度試作一統一螺紋，這計劃因當時德國工業界反對而作罷。

1890年德國才能對於精密機械工業定出Löwenherz螺紋，其螺腹角為 $53^\circ 8'$ ，螺距與直徑以mm分級，從直徑範圍1至10mm，因小的螺腹角對於「旋進」有良好螺紋深度。

1898年採用公制度量衡制度之國家，聲明採用SI螺紋（國際制度）其螺腹角為 60° ，螺距與直徑均以mm分級，直徑範圍從6至80mm。

德國標準委員會於1917年成立後，將SI螺紋直徑範圍擴大為從0至149mm，規定為DIN 13標準。惠氏螺紋仍定為DIN 11標準。

1922年美國通用螺紋種類有：ASME（American Society of Mechanical Engineers）與SAE（Society of Automotive Engineers）二種，旋被美國國家標準螺紋（United States Standard Thread, USST）委員會擴充而成為統一之美國螺紋UST標準，因其螺腹角為 60° 雖其直徑與螺距仍以英吋分級，但與惠氏螺紋截然不同。

1926年成立ISA（International Federation of the National Standardizing Associations）之後不久，試圖將惠氏螺紋與UST螺紋合併，當時曾建議螺腹角為 $57^\circ 30'$ ，但未被採納。

1939年SI螺紋得以依照DIN13繼續擴充，直徑範圍擴充至500mm，同時提出建議公制細螺紋標準。

1945 年 ISA 名稱改爲 ISO (International Organization for Standardization) 其任務爲定出統一度量衡制度與螺紋制度。

1948年經過年餘努力協商，美國、英國與加拿大定出三國通用之統一美國UST螺紋標準。

1952年檢討三角形之螺紋基型問題，同意以UST螺紋型其螺腹角爲 60° ，根徑內圓弧爲 $t/6$ ，因該型與 DIN 13第一頁之標準型，能夠互換，即採用爲德國螺紋標準。

1954年更將之建議爲一全球性之統一螺紋，這螺紋實際上與UST螺紋相符合，德國亦予完全採用。

1964年建議用ISO螺紋型之公制ISO螺紋爲標準，1965年7月德國標準委員會即在DIN 13第30至40頁採用之。

ISO 螺紋型與原來公制螺紋型主要區別，在於有較大根徑螺紋內圓角，因此有較大螺帽孔徑（參閱圖 1.2），假如英制國家一旦改用公制制度，則ISO 螺紋將爲全球性統一螺紋。

1.3.3 標準型螺紋：

螺紋型依軸向之剖面爲準，下列主要數據包含德國之螺紋標準摘要。

螺紋簡號： DIN 202

公制ISO螺紋：標稱直徑，（理論數值） DIN 13 第1頁。

從1至68mm ϕ 。

公制ISO細螺紋：（理論數值）

從 1 至 50mm ϕ ， $P=0.2$ ； 0.25 DIN 13 第2頁。

； 0.35 mm。

從3.5至 90mm ϕ ， $P=0.5$ mm。 DIN 13 第3頁。

從 5 至110mm ϕ ， $P=0.75$ mm。 DIN 13 第4頁。

從7.5至200mm ϕ ， $P= 1$ mm。 DIN 13 第5頁。

從 12至300mm ϕ ， $P=1.5$ mm。 DIN 13 第6頁。

從 17至300mm ϕ ， $P= 2$ mm。 DIN 13 第7頁。

從 28至300mm ϕ ， $P= 3$ mm。 DIN 13 第8頁。

從 40至300mm ϕ ， $P= 4$ mm。 DIN 13 第9頁。

從 70至500mm ϕ , $P = 6 \text{ mm}$ 。 DIN 13 第10頁。

公制 ISO 螺紋：

節徑之基本公差等。 DIN 13 第14頁。

外螺紋外徑，內螺紋根徑與
節徑之公差。 DIN 13 第15頁。

量規尺寸 外螺紋之規測。 DIN 13 第16頁。

量規尺寸 內螺紋之規測。 DIN 13 第17頁。

基本型。 DIN 13 第30頁。

一般級數與選用級數。 DIN 13 第31頁。

公制螺紋換算為公制 ISO 螺紋。 DIN 13 第42頁。

從 3mm ϕ 與 0.5mm 螺距起。

公制錐形螺紋 1 : 16 :

理論數值，標稱尺寸。 DIN 158 第1頁。

螺紋界限尺寸。 DIN 158 第2頁。

惠氏螺紋：

從 $\frac{1}{4}$ " 至 6" 標稱直徑，標稱尺

寸，量規數據：

惠氏細螺紋：

從 50 至 499mm ϕ 。 DIN 239 。

從 20 至 189mm ϕ 。 DIN 240 。

惠氏管螺紋：

圓柱形內螺紋與外螺紋：

標稱尺寸。 DIN 259 第1頁。

公差。 DIN 259 第2頁。

界限尺寸。 DIN 259 第3頁。

管與配件螺紋，圓柱內螺紋。 DIN 2999 。

錐形外螺紋公制 ISO 梯形單螺紋。 DIN 103 。

螺紋型。 DIN 103 第1頁。

選用級數，概要。 DIN 103 第2頁。

公差，規測長度。 DIN 103 第3頁。

梯形單細螺紋。	DIN 378。
梯形單相螺紋。	DIN 379。
鋸齒形螺紋。	DIN 513。
鋸齒形單細螺紋。	DIN 514。
鋸齒形單粗螺紋。	DIN 515。
水壓機用45°鋸齒形螺紋。	DIN 2781。
圓螺紋。	DIN 405。

防毒面罩用圓螺紋。 DIN 318 第1頁。

除上述各種螺紋外，對於貯槽箱、縫紉機，以及絕熱桶，冷凍工程的管螺紋，採礦工程，鐵路汽車與車輛所用閥具接頭之特種螺紋等，亦均定有標準。

在航空工程之標準中定有下列規定：

LN 9378公制ISO螺紋之螺紋末端及螺釘頂頭，LN 9476公制ISO螺紋之螺紋末段及螺紋槽，LN9470螺樁用盲孔內螺紋。

德國標準委員會曾摘要翻譯美國標準ASA B1.1—1960關於UST螺紋之尺寸。

第1頁 說明。

第2頁 標準級系，標稱尺寸，偏差尺寸，公差。

第3頁 標準級系界限尺寸。

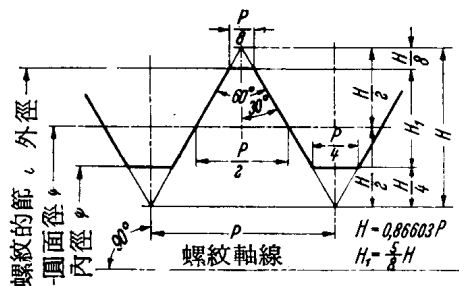
第4頁 特別螺紋 UNS。

第5頁 附錄。

從標準第19冊（1961）又可查出美國與外國之螺紋標準對照。

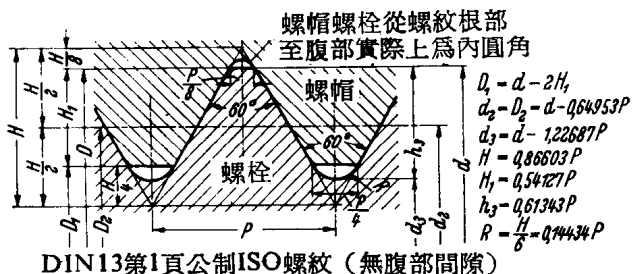
1.3.4 公制與公制ISO螺紋，公制螺紋中如以往之 SI螺紋以及公制ISO 螺紋（參閱圖1.2）與惠氏螺紋（參閱1.3.5節）均為尖螺紋，二種公制螺紋之基型均為等邊三角形，其螺紋腹角 $\alpha = 60^\circ$ ，差別祇在根徑上，ISO 螺紋有較大截面與內圓角

圖1.10與1.11為DIN 13標準的示之公制ISO螺紋理論型。圖1.10表示其基型亦係由以導出之外螺紋與內螺紋零型，在零型上益以基本偏差（公差位置）與公差之後，即可算出界限尺寸。圖1.11示一從直徑1至60°mm之完全公制ISO型螺紋。



DIN13第30頁公制ISO螺紋，基型

圖 1.10 公制ISO螺紋基型 DIN 13 第30頁。



DIN13第1頁公制ISO螺紋（無腹部間隙）

圖 1.11 公制ISO螺紋一般螺紋1至68mm直徑之理論數值 DIN 13第1頁。

實際上螺帽外徑沒有內圓角，須使螺帽之腹部至螺栓外徑，仍保持為直線，再者如不為密封用之螺紋時，則螺帽螺紋亦應依照公制ISO螺紋型除去其內尖端。圖1.12為依照圖1.11之螺紋型而有尖端間

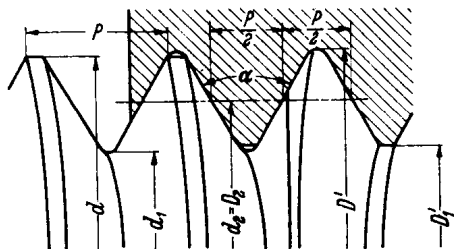


圖 1.12 具有尖角間隙之公制，螺紋即始在 $d_2 \max$ 與 $D_2 \min$ 之情況，亦仍保持存在。

隙者，由之明示其理論型與實際「有效」型之區別。

爲說明圖上應用之字母，及以後討論到螺紋測定數值可如下表所示。一般適用於螺帽者，用大寫字母，螺栓則用小寫字母。

項 目	公制螺紋 (舊制)	公制ISO螺紋 (新制) DIN 13第1與第30頁
標稱直徑	$D = d$	$D = d$
螺 距	h	P
三角形高	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
螺 紋 角	$t = 0.8660 h$	$H = 0.86603 P$
內 圓 角	$r = \frac{t}{8} = 0.1083 h$	$r = \frac{H}{6} = 0.14434 P$
削 頂 端	$\frac{t}{8} = 0.1083 h$	$\frac{H}{8} = 0.10826 P$
螺紋深度	$t_1 = \frac{3}{4} t = 0.6495 h$	$H_1 = \frac{5}{8} H = 0.54127 P$
		$h_3 = \frac{17}{24} H = 0.61343 P$
中 徑	$D_2 = d_2 = d - t_1$	$D_2 = d_2 = d - \frac{3}{4} H = d - 0.64952 P$
內 徑	$d_1 = d - 2 t_1$	$D_1 = D - 2 H_1 = D - 1.08253 P$
		$d_3 = d - 2 h_3 = d - 1.22687 P$
受負荷深度	$t_1' = \frac{11}{16} t = 0.5954 h$	$H_1' = H_1 = 0.54127 P$

1.3.5 惠氏螺紋：

惠氏螺紋 (圖1.3依照DIN 11)除其螺腹角爲 55° 外，與上述二公制螺紋之差異，在於完全使用英制，爲區別舊公制螺紋與惠氏螺紋起見，將這二種螺紋型以 $d=64\text{mm}$ 與 $d'=2\frac{1}{2}" (=63.5\text{mm})$ 在圖1.13上疊置示出。惠氏螺紋具有較小螺腹角而螺紋深度較大，因此螺紋內徑減少以致螺栓亦變弱。公制 ISO螺紋之優點爲在螺栓上有較大內圓角，因此螺栓上所受切口之影響較小，使承受振動與變動力之螺釘減低其螺紋底部之受力尖峰，而增加其疲勞強度。