

介紹

1. 使用範圍

鋼纜（WIRE ROPE）又稱為鋼索，使用範圍非常廣泛，是一般工程上一種不可或缺的重要器材，尤其是各種設備正朝向機械化發展的今天，鋼纜的應用範圍更為擴大，經常與我們的工作現場都有密切的關係。一般認為鋼纜為消耗品，遲早是要更換，所以對鋼纜的使用或管理都未加注意，普遍有疏忽的現象，一旦發生鋼纜斷裂事件，重要的機械設備會受到嚴重的損壞，有時還會惹起作業人員死傷的不幸。

2. 名詞定義

(1) 扭結（KINK）：於解出鋼纜時，或在拉長時，鋼纜產生環狀（LOOP）現象，若不加修正而繼續作業，則鋼纜會發生扭結的現象。

(2) 崩型（DEFORMATION）：鋼纜內層與外層之撚向成相反方向。

3. 構造、形式種類、優點

鋼索係由退火鋼線製造，鋼纜的整體叫做鋼絲繩，其中心的麻繩稱為麻心，麻心周圍的六股（標準形式六股）鋼繩叫做鋼股，有一部份特殊鋼股中心有麻繩，其麻繩稱為鋼股麻心，組成鋼股的鋼線是叫做鋼絲或素線。鋼纜中心係保持鋼股的相互位置，其材質普通有麻心、鋼股心及鋼絲繩心三種。鋼纜的種類、構造非常多，達 100 種以上，各具有不同的特性，一般而言，若依鋼絲的粗細及排列之不同，可以分為 S 型（SEAL TYPE）、W 型（WARRINGTON TYPE）及 Fi 型（FILLER TYPE）等三類型；若以構造劃分的話，可分為以多數素線平行並排成束的[平行線纜]，以數條或數十條以上素線絞繞而成的[單層撚鋼纜]及把單層撚鋼纜再絞繞而成的[多層撚鋼纜]之大區分。平行線纜因為沒有經過絞繞，所以他的彈性係數特別大，伸長非常小，適合用於吊橋的主索或懸吊構造物等用途；單層撚鋼纜又成為（SPIRAL ROPE），由於它的彈性係數大，且伸長小，適合於吊橋或纜索起重機之主索。多層撚鋼纜為將單層撚鋼纜再作絞繞而成的鋼纜，其中以單股鋼纜為最具代表性的鋼纜，適用於起重機或升降機等用途。

4. 使用場所（作業）、行業、職種、相關作業環境

鋼纜的用途非常廣泛，在地上、地下、空中各種場所都有使用，不論是在機械設備上、滑輪組件中、起重機或升降機中及吊橋上，都是鋼纜可以發

揮功用的場所。

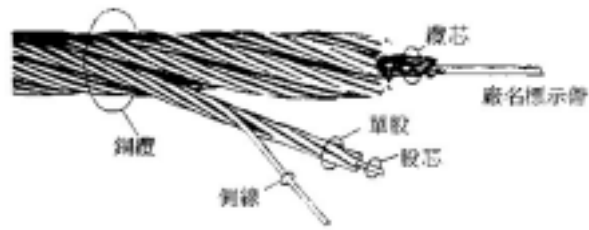
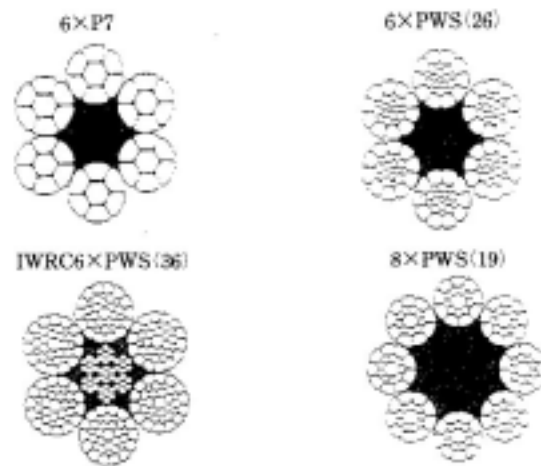


圖 1 鋼纜構造圖

稱 呼	37線6股	填充型 29線6股	華氏緊密型 35線6股鋼纜芯	緊密型 19線8股
組成符號	6×37	6×Fi(29)	IWRC 6×WS(36)	8×S(19)
斷 面				

圖 2 鋼纜種類圖



注：異形線單股鋼纜之組成符號是，在單股符號前加「P」。

圖 3 鋼纜種類圖

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策（安全設施）

使用鋼纜最主要的潛在危害來自不當的使用方法及錯誤的維護保養做法。不當的使用包括選用錯誤的鋼纜工作或吊掛時所採取的方法不正確，造成鋼纜無法負荷重量而斷裂。不當的維護保養會造成鋼纜的腐蝕，縮短鋼纜的使用期限。

使用

1. 使用程序（包括使用前安裝、試車、使用中、使用後停機）之安全事項、配合機具、工具、防護具、及相關人員之資格條件

- (1) 依照使用場所的條件，正確的選用鋼纜為降低危險的第一要務。例如在機械設備上，使用頻率高，通過滑輪的次數多之場所，應選用耐疲勞性高的鋼纜；在滑輪或組件等會產生激烈摩耗的地方，則應選用耐磨耗性高的鋼纜；在容易生鏽的海岸、海中使用時，則選用耐腐蝕性高的鍍鋅鋼纜；在高揚程起重機使用，為了避免鋼纜相互間的纏繞應選用非自轉性鋼纜。
- (2) 要把鋼纜從貨車或汽車卸下時，應絕對避免從高處直接掉落於地面上，必須使用墊板、起重機或堆高機等慢慢卸下。
- (3) 要移動木軸裝鋼纜時應將槓桿貼在木軸邊緣，切勿直接碰到鋼纜。使用堆高機搬運時，亦應特別注意不要直接碰到鋼纜。
- (4) 鋼纜都成捲狀或木軸捲繞狀，所以要解出時，應注意不要有加撚或鬆撚發生扭結或崩型，解出方法應依照正確方法實施。一但發生扭結或崩型現象，鋼纜的強度將與原有的強度不同。

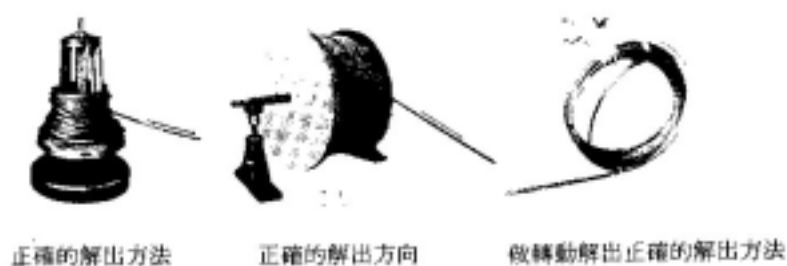


圖 4 鋼纜正確解出方法



圖 5 鋼纜錯誤解出方法

- (5) 鋼纜固定於捲筒時，應注意鋼纜捻向與捲筒的配合性，使用無溝捲筒時，鋼纜最初之第一段應作為堅固均勻捲繞，以成為穩固的基礎。自第二段以上才供使用。鋼纜捻向為 Z 捻時，捲取方向從左自右；若為 S 捻時，捲取方向從右到左。有溝捲筒，則無須作特別考慮。

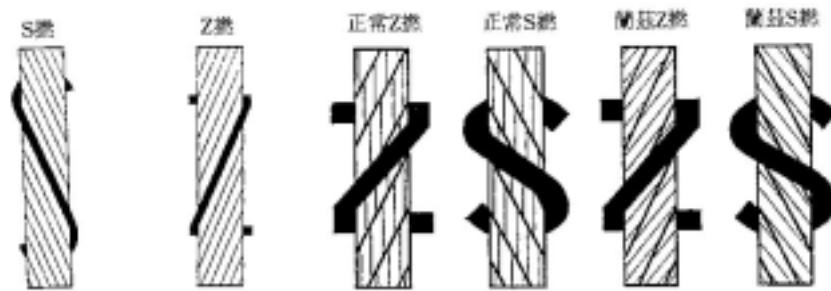


圖 6 鋼纜撚向

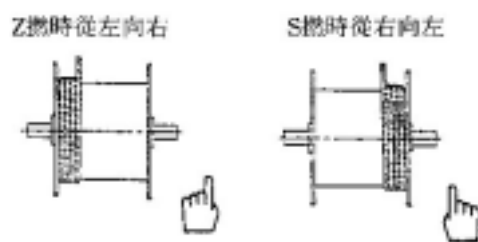








圖 7 捲筒方向

- (6) 鋼纜的末端締結方法的不同，效率亦不同。使用者請參考下表、鋼纜之末端締結方法。一般而言 CLIP 締結法為最簡便的方法，然而作了錯誤的締結方法會導致鋼纜鬆脫而發生事故。

表 1 鋼纜之末端締結方法

締結方法	略 圖	效率%	備 考
Socket締結法		100	以合金或鋅鑄造法
Clip締結法		80~85	需要追加控緊 加工不良(不適)者其效率在50%以下
Wedge締結法		65~70	加工不適當者之效率在50%以下
Eye-splice		75~95	15mm φ 以下之效率 95% 16~26mm φ 效率 85% 28~38mm φ 效率 80% 39mm φ 以上之效率 75%
Swage加工		100	限用於IWSC, IWRC鋼纜
Press締結法		95	將鋁管以Press加工之

- (7) 需將鋼纜切斷使用時，爲了防止鬆撚的情形，應先於切斷處之兩側作紮線然後再切斷。紮線與鋼纜直徑的關係如下表所示：

表 2 紮線與鋼纜直徑的關係

鋼纜直徑(mm)	紮線(mm)	紮線之長度
12 以下	單線 0.8	紮線之長度以鋼纜直徑之三倍爲標準，以與鋼纜直徑相同長度，近階作 3 處的方法也有。
13-18	單線 1.0	
19-30	1x7 2.0	
31-50	1x7 2.5	
51 以上	1x7 3.0	

- (8) 鋼纜的壽命與繩輪及捲筒之直徑大小，有密切的關係，繩輪及捲筒的直徑過小時，其彎曲應力會過大，容易造成斷裂導致縮短壽命，所以繩輪與捲筒之直徑應該愈大愈好。選擇繩輪直徑時，請參照下表辦理：

表 3 繩輪與捲筒之直徑關係表

鋼纜的種類	繩輪或捲筒的直徑之倍率 (繩輪直徑=鋼纜直徑 X 倍率)		
	下列倍率以下 絕對不可以採用	最小 容許倍率	儘量採用 下列倍率以上
6(股)X7(條)	33 倍	50 倍	66 倍
6(股)X19(條)	20 倍	30 倍	40 倍
6(股)X7Fi(19+6 條)	20 倍	30 倍	40 倍
6(股)X24(條)	17 倍	25 倍	34 倍
6(股)X37(條)	14 倍	21 倍	28 倍

- (9) 捲揚機之捲筒或繩輪直徑，必須在所用鋼絲繩直徑的二十五倍以上，但是兼用載人之電梯需在 40 倍以上，土木建築現場之捲揚機應在 20 倍以上，滑車之前述各項直徑亦應在 10 倍以上。
- (10) 將鬆弛的鋼纜，急遽拉緊的時候，吊在鋼纜上的負載雖然不大，但是實際上所受的張力非常大，瞬間鋼纜會有超負載的現象，所以在啓動或停止時應避免速度的急遽變化。大部分鋼纜斷裂的直接原因，均為衝擊而發生，所以在速度變化非常激烈之建築現場打木樁的鋼纜所吊的鐵鏈重量，應該估計為實際重量的兩倍，以免因為衝擊而告斷裂。
- (11) 鋼纜因為作業環境的需要，有時候必須掛在鄰接的三個繩輪上使用，鋼纜在這種 S 型彎曲處使用時，非常容易鬆股或劣化，應儘量避免在這種狀況下使用，否則應儘量拉開繩輪之間的距離或採用直徑比規定大 30% 以上的繩輪。
- (12) 負載若超過鋼纜之彈性限度時，鋼纜就會裂斷。鋼纜之載荷要考慮裝置方法、彎曲程度、摩擦、衝擊及使用狀態等因素。使用程度最激烈的地方，鋼纜的切斷載荷應在 1/10 以下，最緩和的地方也應估計為 1/5 以下，這個就是所謂安全載荷。切斷載荷與安全載荷之比率稱為靜載荷的安全率。靜載荷安全係數之規定如下表：

表 4 靜載荷安全係數表

用途	靜載荷安全係數
作業架台之吊繩	10 以上
人貨兼用之電梯	10 以上
其他之捲揚機	6 以上
支持繩(牽繩)	4 以上

- (13) 現場操作鋼纜時，應切實注意減少鋼纜靜載荷以外之負載，例如採用直徑較大之捲筒或繩輪時可以減少彎曲載荷、小心操作使運轉圓滑以減少加速度載荷、調整繩輪之槽型或潤滑油脂補給以減少摩擦等，以確保鋼纜的壽命與作業人員的安全。
- (14) 通過繩輪及捲筒中心的線與捲筒邊緣間之夾角，稱為滑動角度（FLEET ANGLE）。於無槽溝捲筒時，滑動角度應在 1.5 度以內，有槽溝時，應在 2 度以內，始能把鋼纜捲的平順，避免鋼纜與繩輪的摩擦。
- (15) 使用鋼纜吊掛重物時，應注意吊掛方式的適當性，唯有受過吊掛訓練的人員，方可從事吊掛作業。
- (16) 動臂起重機或水泥桿的支持繩，應接近水平狀態使用為宜。
2. 維修、保養之安全事項、配合機具、工具、防護具及人員資格條件
- (1) 為防止鋼纜生鏽及減少摩擦的損壞，應定期補給鋼纜油。補給油時，應使用製造商所建議的潤滑油，禁止用重油或原油。
- (2) 儲藏經使用後而拆卸下來的鋼纜時，應先以鋼絲刷把鋼纜表面之泥、砂、塵埃等污物去除乾淨，並把素線或單股間之殘滓等徹底清除後，塗布油脂才作儲存。清洗時應使用鋼纜專用洗淨劑，以免造成纖維心腐蝕。
- (3) 鋼纜要長期保管時，應避免日光的直接照射，及鍋爐等熱源之鄰近地點，以免造成油脂乾燥會喪失潤滑性能，或由於熱器使油脂融化流失。
- (4) 鋼纜不要直接存置於地面上，有由於溼度導致腐蝕之虞。不得已要置於室外時，應以枕木等墊高約離地 30 公分，並需覆蓋避免淋雨，注意地面清潔，不要讓雜草叢生。腐蝕是鋼纜的大敵，應充分塗布油脂妥作保管。
- (5) 鋼纜報廢時期的判斷，因使用狀態及其結構而有很大的差異。一般而言，新鋼纜的伸張率比較高，經過一段使用期間，會變成加載伸張，

無載收縮的穩定狀態，再使用下去就會有突然增加而發生斷繩的可能。遇此情形，應立即報廢該鋼纜。鋼纜報廢時期，可依斷絲、磨損、外部腐蝕、內部腐蝕及使用期間之五個因素加以判斷。

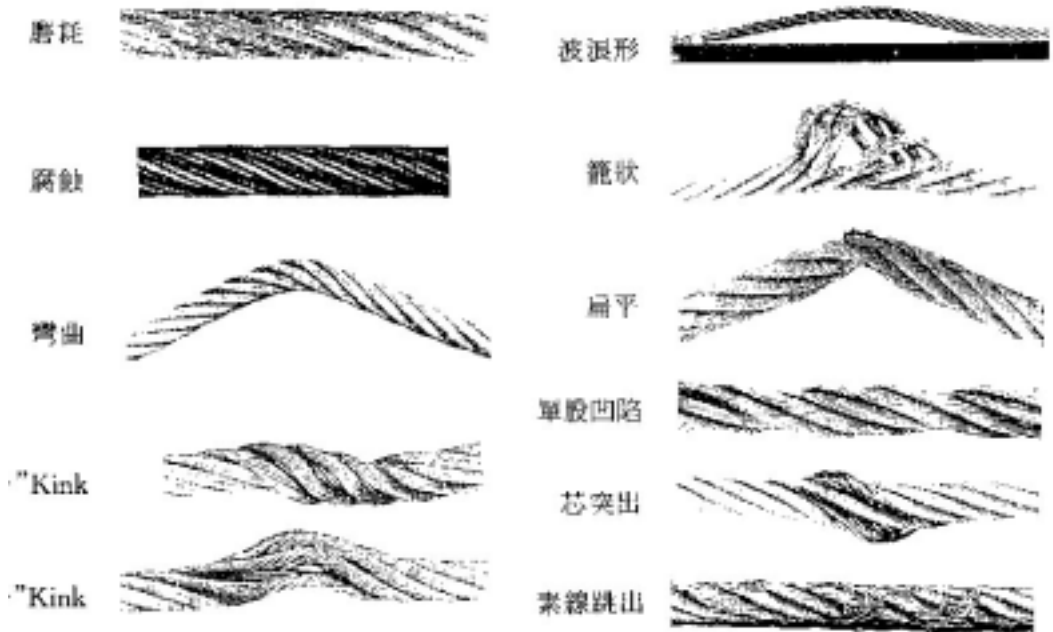


圖 8 鋼纜損壞情形

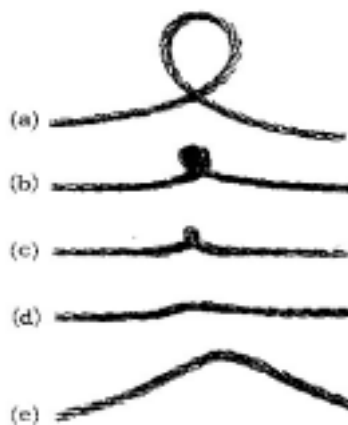


圖 9 鋼纜發生扭結情形

(6) 鋼纜一節距 (PITCH) 的鋼絲斷線數到達下表之數字時，就應該報

廢。

- (7) 鋼纜表面受了摩擦，其直徑將會逐漸減少，一般而言，磨損到起初直徑的 2/3 時，或者斷面積的損失超過 15%時，該鋼纜應報廢。

表 5 鋼纜報廢參考表

鋼纜種類	鋼絲數	一節距(PITCH)的鋼絲斷線數
6 X 7	42	6
6 X 19	114	16
6 X Fi(19+6)	114+36	16
6 X 24	144	20
6 X 37	222	30

- (8) 鋼纜的腐蝕會降低其強度，假定使用相當期間後，斷絲及磨損的現象不明顯時，應特別考慮內部的腐蝕問題。內部腐蝕問題，最容易發生在繩輪及捲筒彎曲的地方，所以對兩端的破斷力實驗檢查是沒有用，必須限制使用年限以確保工地之安全。

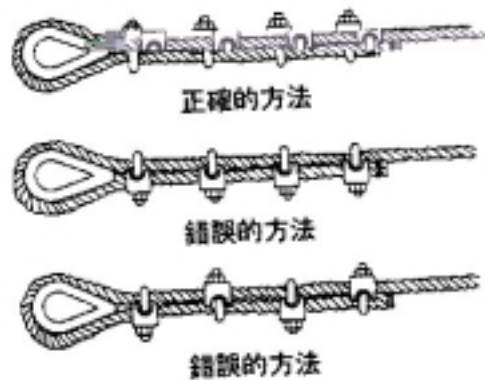


圖 10 鋼纜末端正確繫結方法

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第一款

雇主應有防止機械、器具、設備等引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第三款
雇主應有防止電、熱及其他之能所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
2. 勞工安全衛生法第五條第一項第五款
雇主應有防止墜落、崩塌等之虞之作業場所所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
3. 勞工安全衛生設施規則第九十九條第一項
雇主不得以下列任何一種情況之吊掛之鋼索作為起重升降機具之吊索用具：
 - (1) 鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
 - (2) 直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
 - (3) 有顯著變形或腐蝕者。
 - (4) 已扭結者。
4. 勞工安全衛生設施規則第一百零二條
雇主對於吊鏈或未設環節之鋼索，其兩端非設有吊鉤，鉤環、鏈環或編結環首、壓縮環首者，不能作為起重機具之吊掛用具。

參考資料

1. 行政院勞工委員會，民國 80 年，台北，勞工安全衛生法。
2. 行政院勞工委員會，民國 80 年，台北，勞工安全衛生法施行細則。
3. 行政院勞工委員會，民國 83 年，台北，勞工安全衛生設施規則。
4. 行政院勞工委員會，民國 84 年，台北，危險性機械及設備安全檢查規則。
5. 行政院勞工委員會，民國 85 年，台北，起重升降機具安全規則。
6. 行政院勞工委員會，民國 78 年，台北，起重機與安全檢查。
7. National Safety Council, USA, Industrial Safety Data Sheets I-667, 1985, "Care and Inspection of Wire Rope"。