

中華民國健行登山會
山域嚮導資格檢定新訓暨複訓研習會

繩結的應用（含測驗檢定項目）

你會遇到的問題與抉擇

- ✓ 登山活動需要帶繩索嗎？
- ✓ 在什麼狀況下，使用那種繩結？
- ✓ 繩索如何架設？
- ✓ 繩索及安全裝備如何選購？

一定要建立的正確的觀念

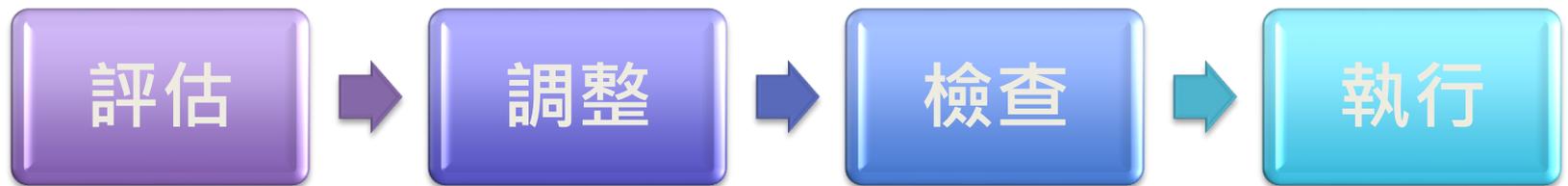
- ✓ 只會打繩結，但對繩索系統不了解，是一件非常非常非常危險的事。
- ✓ 繩索與繩結的應用，是一種系統化的架構，使用前，請搞清楚整個程序與環節。
- ✓ 使用繩索，代表將有風險產生，請做好評估與管理，因為你要承擔責任。
- ✓ 專業技術，必須要花時間來學習與實踐。

降低危險守則

- ✓ 不會或沒有專業人員的狀況下，禁止操作繩索。
- ✓ 使用繩索即代表有危險，有危險就會有風險，是否能承擔風險。
- ✓ 技術或裝備有疑慮時，應停止操作。
- ✓ 個人裝備不宜借用他人或借用他人的。
- ✓ 裝備使用前後，必須檢查與保養。

繩索操作重要四原則

- ✓ 在戶內外執行操作任何與生命安全有關的技術或裝備時，請依四點原則來執行，如下：



穩定與安全

- ✓ 『穩定』與『安全』是繩索技術最重要的關鍵，因此系統化的觀念在繩索技術中是非常重要的。

繩索作業安全

✓ 繩索技術的使用環境大多與高度有關連性，所以必須要了解『危害』與『風險』的觀念：

1. 危害因素有那些：

2. 風險因素有那些：

如何避免這些問題的發生？

必須做好風險管理。

風險管理

✓ 風險管理：

在許多的現實環境中，『危害因素』是不能被排除，因此認定危害因素的存在，我們必須採取合理的做法以降低風險。

『風險管理』是操作繩索技術最基本的觀念。

風險管理有那些？

- ✓ 下墜的防止：
限制進入下墜環境的可能性區域。
- ✓ 下墜的保護：
容許下墜的可能性發生，但防止撞擊到地面的可能性發生。
- ✓ 下墜的衝擊：
是指人體在墜落的狀況發生時，停止的瞬間（非撞擊地面），此下墜能量傳遞到繩索以及固定點的能量稱之。

衝擊及受力單位

衝擊及受力單位：KN (千牛頓)
(1KN = 1000N = 102 Kg)

人體可承受之衝擊？

- ✓ 人體在任何時候下，不應承受『6 KN』或以上的下墜衝擊。

降低衝擊的方法：

1. 降低墜落係數。
2. 使用緩衝裝備。

墜落係數

- ✓ 墜落施加於彈性繩的衝擊力由墜落的距離與彈性繩吸收墜落能量的能力兩者來決定，這就是所謂的『墜落係數』，公式如下：
墜落係數 =
墜落距離 ÷ 墜落繩段長度
- ✓ 墜落所產生的衝擊力係由墜落係數所決定，而非墜落距離。

- ✓ 最高的墜落係數為 2，這表示攀登者墜落距離為使用繩段的 2 倍。
- ✓ 較低的墜落係數代表較低的衝擊力，因為繩子長度較墜落距離為長。
- ✓ 設置緩衝裝置，使用彈性繩、留有餘繩、中間放置固定支點或動態確保，墜落係數通常會小於 2。

- ✓ 一般彈性單繩所能承受的最大衝擊力在 7 ~ 11kn 之間，UIAA/CEN 的標準則是不可超過『12kn』，研究報告指出人體在墜落時，能短暫承受 15 倍於其體重的力量即 12kn。

裝備的安全身份證

✓所有攀登用技術裝備均要有認證：

『UIAA』、『CE』、『EN』
三種認證至少具備其中之二。



UIAA 、 CE 、 EN說明

- ✓ UIAA :
是制定標準及國際性的品質標誌，代表產品被用最高的安全標準測試過。
- ✓ CE :
是代表廠商承認本身責任的標誌，不能當作官方的品質保證（在歐盟體系下的護照），產品需要通過EN標準及安全規範。
- ✓ EN :
是代表歐洲標準，EN會跟隨一個基準號碼，這代表產品遵守合法的製造程序而且符合安全要求（產品樣品必須通過歐盟公告的實驗室測試）。

繩索基本認識

- ✓ 現今所使用於戶外活動或是工程與拯救等繩索均為『編織繩』。
- ✓ 編織繩主要的材質：
聚醯胺纖維 (Polyamide)
- ✓ 編織繩是目前唯一獲得國際山岳聯盟 (UIAA : UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D' ALPINISME) 以及歐洲標準委員會 (CEN : COMITE' EUROPE' EN DE NORMALISATION) 檢驗合格的繩索。



繩索種類

繩索名稱	EN 標準
動力繩 (Dynamic Rope)	EN 892
低延展繩 (一般稱 靜力繩) (Static Rope)	EN 1891
輔助繩	EN 564
扁帶繩環 / 快扣繩環	EN 565 / 566

動力繩 (Dynamic Rope) EN 892

	BEAL繩索性能	UIAA / CE 標準
衝擊負荷	7.70 kn	≤ 12 kn
直徑	11 mm	
UIAA 墜落次數	16	≥ 5
動態的伸展	35 %	≤ 40 %
在 80kg 下的伸展	9.5 %	≤ 10 %
護套的滑動	0 mm	≤ 20 mm
每公尺的重量	75 g	
材質	Polyamid	

EN 892的分類

EN 892 繩索系統	UIAA / EN標準
單繩	直徑 9.7 to 11mm
半繩	標有1/2字樣 (半繩), 直徑 8.1 to 9.1mm, 兩條各自獨立的确保繩
雙子繩	直徑 7.4 to 8.1mm, 不能單獨做為攀登繩, 須要二條方可使用

EN 892 繩索使用說明

EN 892 繩索系統	使用範圍
單繩	攀登、登山活動、冰攀、冰河行進用耐久單繩
半繩	攀登、登山活動、冰攀、冰河行進用輕量單繩
雙子繩	攀登、冰攀

低延展繩 EN 1891

	BEAL 繩索性能	UIAA / CE 標準
型式	Type A	
直徑	10.5 mm	8.5 to 16mm
靜態時的負荷能力	2800 kg	2200 kg
在有八字繩環時的強度	1900 kg	1500 kg
墜落係數 1 時的墜落次數	15 (100 kg)	≥ 5
墜落係數 0.3 時的衝擊負荷	5.00 kn	≤ 6 kn
在 50 / 150 kg 的伸展	3.7 %	≤ 5 %
護套的滑動	0 %	
每公尺的重量	67 g	
護套的百分比	38 %	
核心的重量	62 %	
在水中的伸縮	3.3 %	
材質	Polyamid	

	BEAL 繩索性能	UIAA / CE 標準
型式	Type B	
直徑	9 mm	8.5 to 16mm
靜態時的負荷能力	1900 kg	1800 kg
在有八字繩環時的強度	1350 kg	1200 kg
墜落係數 1 時的墜落次數	8 (80 kg)	≥ 5
墜落係數 0.3 時的衝擊負荷	4.00 kn	≤ 6 kn
在 50 / 150 kg 的伸展	3.6 %	≤ 5 %
護套的滑動	0.3 %	
每公尺的重量	51 g	
護套的百分比	43 %	
核心的重量	57 %	
在水中的伸縮	4 %	
材質	Polyamid	

低延展繩 Type A與 B用途

	Type A	Type B
直徑	8.5 to 16 mm	8.5 to 16 mm
使用範圍	使用於救災或工作或探洞上,可做為支撐與抓住,安全確保,滯留空中等	相對於 A 繩因標準值較小,適用於下降系統
EN 標準	詳上頁	詳上頁,相對於 A 繩其標準值均較小,如衝擊力,靜態受力等

個人防護裝備基本認識

✓ 個人防護裝備

(PPE : Personal Protective Equipment) :

PPE 依據 CEN 分為三類 :

- a. Cat I. : 防止輕微傷害。
- b. Cat II. : 防止較嚴重傷害。
- c. Cat III. : 防止致命傷害。

大部分用於繩索技術系統的器材與裝備，均屬於 Cat III PPE 類別，並要通過歐洲標準認證程序。

PPE 器材及標準參考

PPE 器材名稱	CEN TC.160/136 EN 標準
安全吊帶	EN 813 (高度下降) /12277
胸位式吊帶	EN 0197
安全頭盔	EN 397 (高度下降) /12492
鉤環, 鋼扣	EN 362 (高度下降) /12275
下降器	EN 341
上升器	EN 567
胸位式上升器	EN 567
4M長、2M 短彈性繩	EN 892

繩結基本認識與練習操作

✓ 介紹 10種常用的繩結：

1.單結

2.雙八字結

3.雙套結

4.阿爾卑斯蝴蝶結

5.稱人結

6.雙稱人結

7.雙漁人結

8.普魯士結

9.水結

10.義大利半扣

單結

用途：防止繩索滑出或鬆脫用確保結



單結繩環

用途：普魯士繩環上之腿或腳環



單八字結

用途：可以使用8字結形成繩圈或是用來連結兩端繩索



雙八字結

用途：固定點連結確保、坐式吊帶與繩索連結確保



雙套結

用途：固定點連結確保，不需將繩索解開下易於調整確保者與固定點之間的繩索長度



阿爾卑斯蝴蝶結

用途：可以承受繩索兩端及繩圈端的拉力，可用鉤環穿過繩圈連結他物



稱人結

用途：可形成為一個不會動的繩圈與固定點連結確保



雙稱人結

用途：可作為坐式吊帶與繩索連結確保



雙漁人結

用途：連結兩條繩索或成為繩圈



普魯士結

用途：打成繩圈後在主繩上纏繞幾圈形成摩擦結，可以沿著繩索上攀或下降



義大利半扣

用途：需搭配梨型有鎖鉤環使用以製造摩擦力（雙向皆可施力），適合先鋒確保或下降攀登



水結

用途：讓扁帶連結成為繩環，此結易於時間久後變鬆，繩結尾端至少要留5~7.7CM以上



繩結應用的重點

- ✓ 如何使用一種繩結，應用於十處；而不是使用十種繩結，應用於一處。
- ✓ 了解所要用的繩結安全性及對繩索造成的影響。
- ✓ 繩結不常使用，就會忘記，忘記就會打錯，打錯就會有致命的危險！
- ✓ 使用繩結前，請依四原則進行：
評估/調整/檢查/執行。

所以常練習與熟稔是必要的。

繩索剩餘強度說明

- ✓ 繩索測試時所標示的強度為無繩結時的強度，繩結會導致繩索拉力強度減弱。

下頁附表內為常用的繩結對繩索強度所產生的影響。

繩索剩餘強度表

繩索無繩結時	強度 100 %
單結繩環	58 - 68 %
八字結繩環 (DF8)	66 - 77 %
九字結繩環 (DF9)	68 - 84 %
雙八字結繩環	61 - 77 %
阿爾卑斯蝴蝶結繩環	61 - 72 %
稱人結繩環	55 - 74 %
雙套結	60 - 75 %
水結	60 - 70 %
雙漁人結	65 - 80 %
平結	43 - 47 %

繩結網站推薦



www.AnimatedKnots.com

You Tube ^{TW}



AnimatedKnots's channel

<http://www.youtube.com/user/AnimatedKnots>

繩索壽命週期

壽命：

- ✓ 開始使用的時間 + 使用前貯藏的時間
- ✓ 壽命週期取決於使用的頻率 與 用途。
- ✓ 磨損、紫外線、化學物質、濕度會逐漸降低壽命。

繩索貯存時間

須依各家製造原廠規定為準，這裡提供
BAEL 繩索說明書內容為例：

- ✓ 貯存時間：
在沒有影響它的環境之下，5 年。
- ✓ 每日使用：3 to 6 月。
- ✓ 每週使用：2 to 3 年。
- ✓ 使用頻率低：4 to 5 年。
- ✓ 使用頻率非常低 = 10 年。
- ✓ 如果貯存良好最大的使用壽命是15 年(貯存時間 5 年 + 使用時間 10 年 = 15 年)。

繩索使用安全

- ✓ 在有下下列狀況下繩索不能使用：
 1. 墜落過。
 2. 有損壞。
 3. 外套損害。
 4. 被化學物質污染過。
 5. 對它的安全有懷疑。

繩索使用注意

須依各家製造原廠規定為準，這裡提供 BAEL 繩索說明書內容為例：

- ✓ 使用前先親浸泡於水中，並讓它自然風乾,會收縮 5 % ,可以降低護套的滑動。
- ✓ 貯存繩索於陰涼處所，離開水及熱，避免暴露在紫外線下。
- ✓ 貯存溫度不超過 80度C 及不超過 15 年。
- ✓ 貯存於袋子之中，保持鬆散不要盤繞以避免糾結。
- ✓ 清洗繩子使用乾淨的冷水(不超過 30度C)使用洗滌劑及刷子。
- ✓ 使用頻率高要 3 月檢查一次，使用頻率低要一年檢查一次。

繩索如何檢查

須依各家製造原廠規定為準：

- ✓ 每次使用後要檢查繩索。最好的檢查工具就是你的手，它們對繩索上的異常處可以敏感地偵測到與感覺到？例如某處突然扁下去，和其它地方粗細感覺不同，或某一段特別鬆弛等。
- ✓ 鉤環、8字環、ATC、上升器（jumar）這些會直接接觸繩索的器材，也要檢查。它們的表面如果有磨損或不正常的突起，會損壞繩索。

化學物質對於繩索影響

- 化學物質對繩索 (Polyamide 聚合物) 影響：

化學物質	Nylon 6.6
汽油, 柴油, 除銹潤滑劑 (如WD40)	具抵抗能力, 強度無損
鹼性電池液, 血, 防蚊劑或殺蟲劑 (DEET), 紫外線	稍具抵抗能力, 強度輕微損失
硫磺酸液, 尿液	造成損壞, 強度明顯損失

器材使用壽命

- ✓ 一般原則為器材保養清潔得當，並依照原廠使用說明書操作使用，其壽命週期：
 1. 金屬器材：沒有使用年限之限制。
 2. 紡織品器材：約 10 年。
 3. 裝備器材於使用前及使用後均須仔細檢查是否有損壞不良等狀況。
 4. 一般通則為裝備器材壽命週期以 5 年為限。
 5. 各裝備器材請依循原廠載明之說明為準。



器材使用安全負荷要求

- ✓ 最低破斷負荷請依循各家裝備器材說明書之說明。
- ✓ 工作負荷上限之一般通則為：
紡織品器材 1 : 10 金屬器材 1 : 5

舉例裝備名稱	標訂強度	工作負荷上限
10.5mm 靜力繩	2800kg(28kn)	280kg
11.0mm 靜力繩	3000kg(30kn)	300kg
鉤環	2200 to 2500kg	440 to 500kg
繩環	2200kg	220kg
自動制停下降器	1500kg	300kg

確保固定點架設原則

- ✓ 在評估固定點系統時請掌握幾點原則：
 1. 穩固。
 2. 多點。
 3. 平均。
 4. 不可延展。

穩固原則

✓ 穩固

任何單獨的構成要素都必須盡可能地穩固。

多點原則

✓ 多點：

架設固定點時總是多做一點，架設固定點絕對只是最低要求，而且要確定它們非常牢靠，架設三個或是更多會較好。

平均原則

✓ 平均

利用其他裝備讓力量可以平均地分散在各個獨立的固定點上，此舉能大幅提升系統中每個環節的可靠性。

不可延展原則

✓ 不可延展：

若固定點系統中的一個固定點失效，不可讓它突然延展而產生後續的震動，進而對其他剩下的固定點產生危險的高衝擊力。

繩索與確保點架設



繩索直接於固定點上



繩索透過鈎環與扁帶繩環架設於固定點上



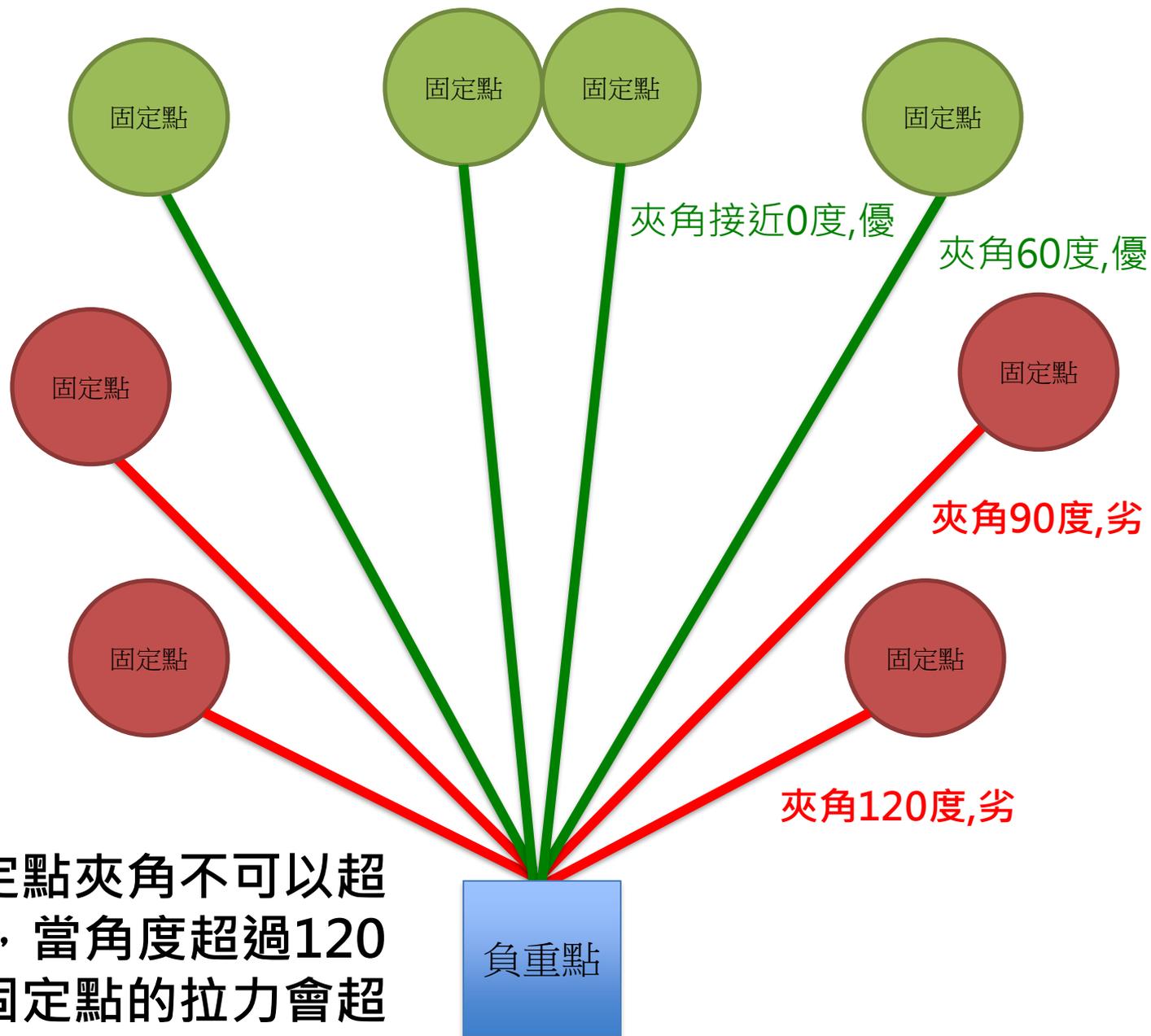
繩索與確保點架設



架設二處固定點



架設三處固定點



兩處固定點夾角不可以超過90度，當角度超過120度時，固定點的拉力會超過100%。

繩索與確保點架設

角度	施加於任一處固定點的拉力
0°	50%
60°	58%
90°	71%
120°	100%
150°	193%
170°	573%



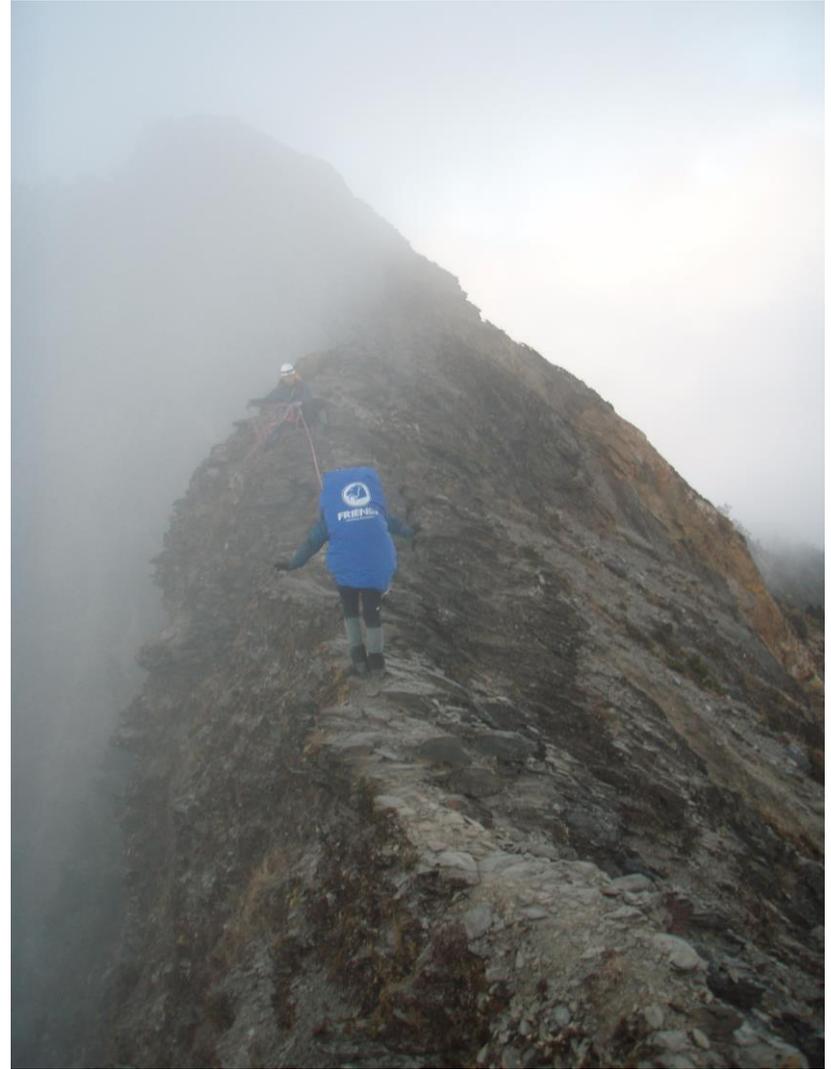
危險地型：架設水平繩索確保



危險地型：架設垂直繩索確保



危險地型：架設水平繩索確保



危險地型：採用雙人繩隊確保

操作四原則

- ✓ 在戶內外執行操作任何與生命安全有關的技術或裝備時，請依四點原則來執行，如下：
 - 評估。
 - 調整。
 - 檢查。
 - 執行。

避免傷亡

✓ 對裝備的誤用或是對系統的誤解，可能導致嚴重的受傷或死亡。

所以專業技術訓練絕對必要。

專業技術則是享受樂趣與安全的保障。

安全第一

✓ 在戶內外執行操作任何與生命安全有關的技術或裝備時，請確認幾點安全事宜，如有抵觸應停止操作技術與裝備之使用，如下：

1. 對技術操作及裝備使用不熟稔。
2. 對技術操作及裝備使用不了解其限制。
3. 對人及裝備及環境（氣候、地形等）有疑慮。

結語

希望這堂課讓大家對繩索相關技術有相當的收穫。

有正確觀念及實務上不斷的練習讓自己逐步成長！

歡迎大家不吝指教！