



# 国际登山技术手册

THE INTERNATIONAL HANDBOOK OF (修订版)

# TECHNICAL MOUNTAINEERING

【英】皮特·希尔 (Pete Hill) 著 严冬冬译



SEU 2611748



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



2611748

G881-62  
3/-2

# 国际登山技术手册

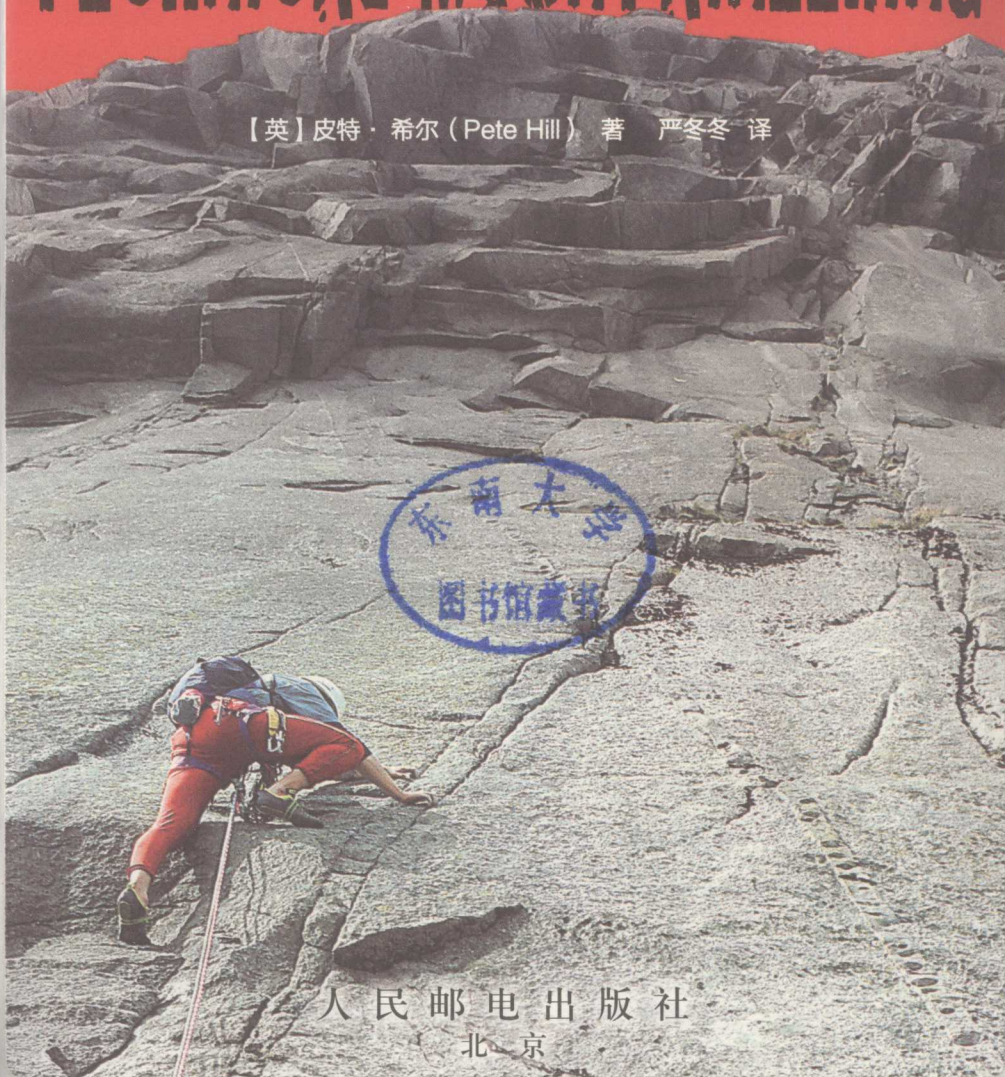
THE INTERNATIONAL HANDBOOK OF (修订版)

# TECHNICAL MOUNTAINEERING

【英】皮特·希尔 (Pete Hill) 著 严冬冬译



人民邮电出版社  
北京



图书在版编目 (CIP) 数据

国际登山技术手册 / (英) 希尔 (Hill, P.) 著 ; 严冬冬译. — 修订本. — 北京 : 人民邮电出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-115-27779-4

I. ①国… II. ①希… ②严… III. ①登山运动—技术手册 IV. ①G881-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第043006号

版权声明

Copyright © Pete Hill, David & Charles, 2006

国际登山技术手册 (修订版)

- 
- ◆ 著 [英] 皮特·希尔 (Pete Hill)
  - 译 严冬冬
  - 责任编辑 谢元琨
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京画中画印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 880×1230 1/32  
印张: 7 2012年5月第1版  
字数: 259千字 2012年5月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2009-4061号

ISBN 978-7-115-27779-4

定价: 42.00元

读者服务热线: (010)67172489 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号



# 译者序

《国际登山技术手册》并不是一本传统意义上的登山教科书，而是采取辞典的形式，把各种攀登术语作为词条，一一解释其含义和适用情境。这样的形式非常方便随手翻阅，无论是揣在背包里还是放在床头案前，都可以在闲暇时拿来翻上几页。

这本书的内容相当全面，不仅涵盖了运动攀岩（包括有大量新手参与的集体活动）与开线、传统攀岩、攀冰、阿尔卑斯式登山、修路围攻式登山等诸多攀登形式涉及的操作与装备知识，而且包括了大量的救援相关操作，以及溜索、走扁带、轨道式攀登等相对“边缘”的内容。如果你是一名新手，正好可以利用这本书来拓宽知识面；如果你已经具备了自主攀登的能力，则可以借阅读本书的机会重新整理你的理论体系；如果你是一名职业向导或教练，那么这本书中关于集体活动、救援操作和围攻式登山的内容，一定可以对你有所助益。

本书采用的英国式技术体系，相对国内登山者所熟悉的欧洲大陆和美国体系而言有点“非主流”，例如把真正意义上的“顶绳攀登”（Top Roping）称为 Bottom Roping（直译为“底绳攀登”），而用“顶绳攀登”这一词语来描述跟通常意义上的跟攀保护（Belaying a Second）相同的操作；把安全带上的保护环（Belay Loop）称为“下降环”（Abseil Loop），认为这一结构不适用于可能需要承受较大冲击力的先锋保护（事实上完全没有问题）；引入“半直接保护”（Indirect Belay）的操作，等等。我在翻译过程中尽量采用国内绝大多数登山者所熟悉的译法。

最后仍然要多说一句，攀登永远都不是纸上谈兵。从任何书刊资料上学到的技术，都需要经过动手操练才能在山上使用，而要判断什么样的技术适合什么样的具体情况，则更是需要足够的实践经验。教科书和其他资料可以帮助你入门，但是没有任何东西能替代攀登经验的作用。

本修订版为方便读者阅读，特将目录改为英汉双语对照形式，并将术语解释一并附上，希望带给读者更好的阅读体验。

严冬冬

2012年4月

## A 1~21

ABC ABC A= 保护站 (Anchor), B= 保护者 (Belayer), C= 攀登者 (Climber) ...	1
Abalakov thread V形冰洞 .....	2
Abseil: changing from ascent to descent from a stance 多段攀登中的第一段下降 ...	3
Abseil descent: changing from descent to ascent 下降换上升 .....	3
Abseil devices 下降器 .....	4
Abseil loop 保护环 .....	5
Abseil position 下降姿势 .....	5
Abseil protection 下降副保护 .....	6
Abseil rope 下降绳 .....	8
Abseil rope retrieval 取回下降绳 .....	9
Abseiling 下降 .....	11
Abseil rope retrieval 下降过结 .....	11
Abseiling with a harness 穿安全带下降 .....	13
Abseiling without a harness 绕绳下降 .....	14
Accessory cord 辅绳 .....	15
Accompanied abseil 陪护下降 .....	15
Aid, point of 器械攀登 .....	16
Alpine butterfly 蝴蝶结 .....	16
Alpine clutch 阿尔卑斯套结 .....	16
Anchor 保护点 .....	17
Ascenders 上升器 .....	17
Ascending the rope 沿绳上升 .....	17
Ascending the rope - changing direction 上升换下降 .....	20
Assisted hoist 辅助拖拽 .....	20
Auto-locking karabiners 自锁铁锁 .....	21
Autobloc 自锁装置 .....	21

## B 22~43

Bachmann knot 巴克曼抓结 .....	22
Belay devices 保护器 .....	22
Belay device - locking off 锁定保护器 .....	24
Belay device orientation 保护器的位置 .....	25



Belay methods 保护方式 .....	25
Belay position 保护位置 .....	27
Bolts 永久保护点 .....	28
Bolts - clipping 挂锁 .....	29
Bolted routes - lowering off 放绳下降 (运动攀登路线) .....	32
Boot/axe belay 靴镐保护 .....	35
Bottoming out 触底 .....	37
Bottom rope systems 顶绳攀登的保护系统 .....	38
Bowline 布林结 .....	41
Bucket seat 坐式保护 .....	41
Buried axe anchor 横埋冰镐保护点 .....	42

## C 44~57

Chest harness 胸式安全带 .....	44
Clove hitch 双套结 .....	44
Coiling a rope 收绳 .....	45
Cordalette 长绳套 .....	48
Counter-balance abseil 平衡式下降 .....	48
Cowstail 牛尾 .....	50
Crevasse rescue 冰裂缝救援 .....	51

## D 58~67

Dead rope 制动端 .....	58
Deadboy anchor 小型雪锚 .....	58
Deadman anchor 雪锚 .....	58
Denton knot 简易全身安全带 (扁带套) .....	60
Direct belay 直接保护 .....	61
Direct belays - rock 直接保护: 岩石地形 .....	62
Direct belays - snow and ice 直接保护: 冰雪地形 .....	63
Directional runners 导向保护点 .....	64
Double figure of eight 双环8字结 .....	65
Double fisherman's knot 双渔人结 .....	65
Double rope techniques 双绳技术 .....	66
Dive-in ice protection 锤入式冰上保护点 .....	67
Dynamic rope 动力绳 .....	67

## E 68~76

Equalizing anchors 保护点的均衡连接 .....	68
Escaping the system 脱离系统 .....	72
Extenders 快挂 .....	76

## F 78~88

Fall factor 冲坠系数 .....	78
Figure-of-eight knot 8字结 .....	79
Fixed rope 路绳 .....	80
Fixed-rope techniques 路绳技术 .....	81
Free abseil 悬空下降 .....	87
French prusik 法式抓结 .....	88

## G 89~102

Grades 分级 .....	89
Ground anchors 地面保护站 .....	94
Group abseiling 集体下降 .....	95
Group activities - problem solving 集体活动: 问题处理 .....	98
Group climbing 集体攀登活动 .....	100

## H 103~108

HMS karabiner HMS丝扣锁 .....	103
Hanging hoist 悬空拖拽 .....	103
Harnesses 安全带 .....	104
Hauling 拖拽 .....	105
Hip hoist 腰式拖拽 .....	108

## I 110~120

Ice-axe retrieval 冰镐回收 .....	110
Ice bollard 冰墩 .....	111
Ice screws 冰锥 .....	112
Ice-screw retrieval 冰锥回收 .....	113
Ice threads 冰上穿绳保护点 .....	114
Impact force 冲击力 .....	115
Indirect belay 间接保护 .....	118
Italian hitch 半扣结 .....	118
Italian hitch - locking off 锁定半扣结 .....	120

## K 121~122

Karabiner brake 铁锁摩擦结 .....	121
KiloNewton kN (千牛顿) .....	122
Klemheist 克氏抓结 .....	122

## L 123~132

Lark's foot 单套结 .....	123
Leashes - ice axe 冰镐腕带 .....	123



Live rope 攀爬端/承重端 .....	125
Low-stretch rope 静力绳 .....	125
Lowering 放绳下降 .....	125
Lowering off 放绳下降(攀岩) .....	132

## M 133~141

Moving together 结组行进 .....	133
Multi-pitch climbing 多段攀登 .....	136

## N 142

Nuts 岩塞 .....	142
---------------	-----

## O 142

Overhand knot 单结 .....	142
Opposition placements 反作用力保护点 .....	142

## P 143~152

Parisian baudrier 简易胸式安全带 .....	143
Passing a knot on a lower 放绳下降: 过结操作 .....	144
Peg hammer 岩锤 .....	146
Pendulum 钟摆式坠落 .....	148
Pendulum traverse 钟摆式横移 .....	148
Piton 岩锥 .....	148
Piton brake 岩锥摩擦结 .....	150
Protection 保护点 .....	151
Prusik knot 普鲁士抓结 .....	151
Prusik loop 抓结绳套 .....	151
Pulley 滑轮 .....	152

## R 154~159

Reef knot 平结 .....	154
Reinforced buried axe 交叉冰镐保护点 .....	154
Releasable abseil 可控式下降 .....	155
Rope drag 绳索摩擦 .....	155
Rope protecto 绳垫 .....	155
Ropework - basic skills 简易绳索保护: 基本技术 .....	155
Running belays 中途保护点 .....	158
Running belays - climbing pa 越过中途保护点 .....	158

## S 162~181

Screwgates 丝扣锁 .....	162
Screwgates - jammed 丝扣卡死 .....	162



Self belaying - continuous ascent 自我保护: 单人攀登 .....	163
Self belaying - fixed rope 自我保护: 沿路绳行进 .....	164
Self-locking belay devices 自锁保护器 .....	165
Self-locking belay devices - releasing under load 跟攀自锁保护器: 在受力状态下解锁 .....	166
Semi-direct belays 半直接保护 .....	167
Sheet bend 接绳结 .....	167
Shock loading 冲击 .....	168
Shoulder belay 肩式保护 .....	168
Sky hook 天钩 .....	168
SLCDs 机械塞 .....	168
Slings 扁带套 .....	169
Slings - carrying 扁带套: 携带方法 .....	169
Slings - shock absorbing 缓冲扁带 .....	170
Slings - shortening 收短扁带套 .....	171
Slippery hitch 活结 .....	171
Snap-gate karabiner 普通铁锁 .....	171
Snow anchors 雪地保护点 .....	172
Snow bollard 雪墩 .....	172
Snow stake 雪锥 .....	173
Spike anchor 套绳保护点 .....	176
Stacked abseil 顺次下降 .....	176
Stance management 平台利用 .....	177
Stirrup hoist 辅助上升 .....	178
Stomper belay 踩踏保护 .....	179
Stopper knot 收尾结 .....	181

## T 183~204

The T-axe ancho T形冰镐保护点 .....	183
Tape knot 水结/扁带结 .....	184
Tat 应急绳 .....	184
Tension traverse 弧形横移 .....	185
Thompson knot 简易全身安全带(攀登绳) .....	185
Thread anchor 穿绳保护点 .....	187
Tie-in loop 安全带绳圈 .....	187
Tight rope 收紧绳索 .....	188
Top-rope systems 跟攀保护: 用于集体活动 .....	188
Traverse - solving a leader fall 横移: 先锋冲坠 .....	189

Twin-rope systems 双子绳操作 .....	192
Tying on 系绳 .....	192
Tying off coils 收短结组绳 .....	196
Tyrolean traverse - rigging 溜索: 绳索布置 .....	198
Tyrolean traverse - crossing 溜索: 通过方式 .....	203
<b>U</b> 206~207	
Unassisted hoist 无辅助拖拽 .....	206
<b>V</b> 208~209	
Vector 矢量 .....	208
Vertical axe anchor 竖插冰镐保护点 .....	209
<b>W</b> 210~211	
Waist belay 腰式保护 .....	210
Wires 岩塞 (预穿钢缆) .....	211
<b>Y</b> 212~213	
Y-axis anchor Y形冰镐保护站 .....	212
Y-hang Y形悬挂 .....	212



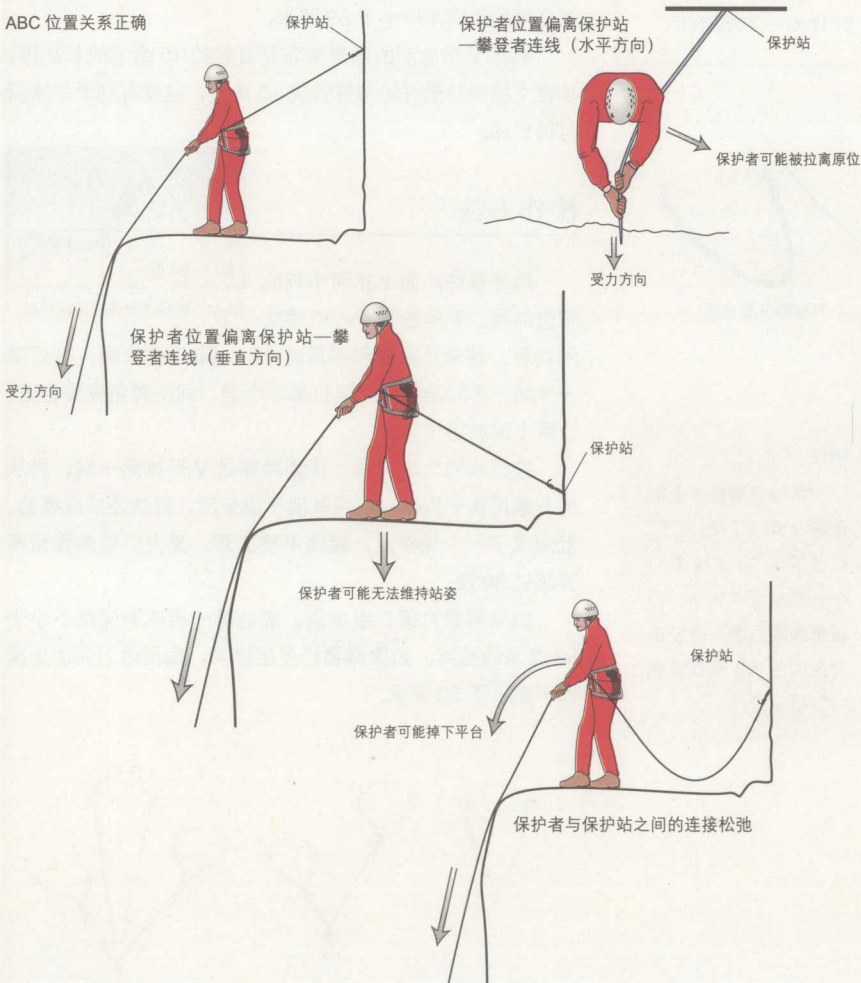
# ABC

A= 保护站 (Anchor), B= 保护者 (Belayer), C= 攀登者 (Climber)

“ABC”代表保护站、保护者与攀登者之间的位置关系。攀登者必须养成下意识检查ABC系统设置是否正确的习惯。理想情况下，保护站、保护者和攀登者应处于同一条直线上。如果保护者处于保护站—攀登者连线的一侧，则当系统受力时，保护者很有可能会被拉离原位，特别是在采

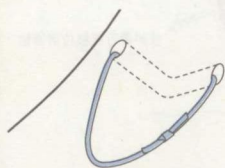
取站姿保护的时候。无论在垂直还是水平方向上，这一原则都同样适用。保护者与保护站之间的连接也应保持紧张，否则在系统受力时，保护者就有可能被拉向受力方向，结果掉下平台或失去平衡，对保护站造成动态冲击。

ABC 位置关系正确



## 注意

两个洞口的间距很重要，因为它会影响冰洞的总体强度。冰况良好时，洞口间距不应低于10厘米。通常情况下，宽度为10厘米、打在良好冰面上的冰洞，承受力为600~700公斤；如果宽度增加到20厘米，承受力则可以增加到1100~1200公斤。



打好的V形冰洞

## 提示

将辅绳穿过冰洞时最好使用专门的钩子，或是自己用铁丝做一个。如果没有钩子，可以把绳头打湿再冻结成弯曲的形状，这样穿绳会容易一些。

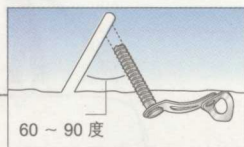
## V形冰洞

V形冰洞是一种强度很高的冰上保护点，在用于下降时可以不在冰壁上留下任何装备。需要注意的是，V形冰洞的强度和可靠性是由冰况、冰洞的角度、位置和深度共同决定的，并且设置起来需要花费比拧冰锥更长的时间。

除了适用于下降之外，V形冰洞也可用作攀登过程中的保护点。如果保护点可能需要承受相当大的冲击力，或是冰况不够理想，则可以将两个甚至更多个V形冰洞连接成保护站，共同承担冲击力。在这样的情况下，每两组冰洞之间的距离不应小于50厘米。

制作V形冰洞的理想装备是直径约15毫米的长冰锥，冰锥上的挂片最好能与锥管成45度角，这样有利于把冰洞打得更深。

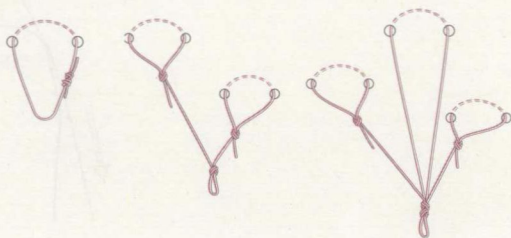
## 操作方法



用冰锥在冰面上钻两个彼此相交的洞，夹角在60~90度之间均可。首先让冰锥和冰面成45~60度的夹角，打好第一个洞，再对准第一个洞打第二个洞，间距和角度要合适，让两个洞能够相交。

拧出冰锥之后，用一段辅绳穿进V形冰洞一端，再从另一端用钩子钩出，或用其他手段穿出，打结连接成绳套，就形成了一个保护点。辅绳不要太短，受力点处的张角不宜超过90度。

如果需要打第二组冰洞，应与第一组冰洞保持不小于50厘米的距离。如果需要打多组冰洞，每两组之间的距离都不应小于50厘米。





## 多段攀登中的第一段下降

由攀登状态切换为下降状态的过程较为直接，但如果操作不顺畅，也有可能出现问题。中断攀爬开始下降的原因有很多，例如天气变坏、爬错路线、上方路线太难或太危险、时间太晚、攀登者受伤或生病等。

下面介绍的方法适用于双人单绳结组攀爬岩石路线的情况。假设领攀者利用突出的岩尖作为天然保护点，用半扣结进行直接保护。实际攀登中，具体情况可能与此有所不同，必须视情况采取快速、安全、合适的操作。

### 操作方法

跟攀者到达保护位置后，领攀者（保护者）将半扣结锁紧，两人都处于安全状态。

如果无法确保在下降后可以直接抽绳，则需要路线上留下一些保护装备，例如套在岩尖上的扁带套或绳套。

首先做好下降保护点，然后两名攀登者都通过菊绳、牛尾或其他不需要用到攀登绳的方式固定在保护点上。此时先不要把安全带上的绳结解开。

两人都安全转移到新的保护点上之后，即可拆除原先的保护站，回收装备。

两人中的一人解开安全带上的绳结，将绳头穿过下降保护点的扁带套或绳套，直至绳索中点和保护点扁带套或绳套接触为止。

此时这一人同时抓住两股绳子，另一人则解开自己身上的绳结，这样就不存在意外掉落绳索的可能性。

将绳子抛下或放下。

两人中的一人穿好下降器，解除保护，

开始下降。先下降的人应带上大部分保护器材，以便建立下一个下降保护点。如果没有适合站立的平台，设置保护点时可以把体重放在下降绳上。

设好保护点后即可把菊绳或牛尾扣在上面，解开下降器，让另一人开始下降。如果需要，可以从下端抓住绳头，为另一人提供副保护。

第二人也到达新的保护点位置之后，先把菊绳或牛尾扣在上面，再解开下降器。

如果在绳子末端打了防脱结，则应该把会被抽上去的一端绳头上的防脱结解开，然后再开始抽绳。

另一端（仍然打着防脱结）可直接穿进新的保护点绳套，一人抽绳时另一人负责穿绳，直至绳索中点和保护点扁带套或绳套接触为止。

重新打好防脱结，然后即可开始下一段下降。

## 下降换上升

有时攀登者需要将下降状态切换为沿绳上升状态，例如沿仰角悬崖边缘降下去之后，却发现绳头无法接触到岩壁，只有

沿绳上升回去才能重新选择路线。

假设下降者采用标准下降器，并用法式抓结作为副保护。



## 操作方法

在合适的位置停止下降，让法式抓结收紧受力。

用双套结把抓结下端的绳子扣在安全带保护环上的丝扣锁上，作为副保护。

用另一个绳套在保护器上端的绳子上打一个克氏抓结，与安全带保护环连接。如果抓结绳套不够长，可以用快挂延长。

放松法式抓结，继续下降一小段距离，直到克氏抓结代替下降器承受体重为止。之前用作副保护的双套结与下降器之间要留出足够的绳长，否则在这一步就有可能导致绳子卡住。

解开下降器。

在法式抓结上连接一个绳套或扁带套，调好长度，作为沿绳上升用的脚环，然后把法式抓结从安全带上解下来。

现在可以开始沿绳上升了，每上升一段距离就调整双套结，让副保护随时有效。

下降换上升



## 下降器

下降器尽管多种多样，但可以按设计意图分为两大类：专门的下降器，以及可用于下降的保护器。

选择什么样的下降器，通常取决于具体场合。标准的8字环是很好的下降器，不仅控绳方便，而且表面积大，利于散热。然而，8字环作为保护器则比较糟糕，不仅自重大，而且会使绳索产生扭结。因此，许多人认为8字环适合用于专门的下降活动，但却不适合登山。

现代的保护器在设计时通常都会考虑用于下降的情况。把标准保护器用于下降只有一个问题：由于表面积相对较小，所

以在下降距离特别长或速度特别快时，可能会因为保护器过热而导致绳索表面损伤。所以，用标准保护器进行下降时，应小心控制下降速度。

除了标准保护器之外，还有很多其他可以用于下降的器械。**GriGri**既可以用于先锋保护，也可用于下降，但是只适用于直径合适的单绳，且下降过程中需小心控制。

半扣结和铁锁摩擦结也可用于下降。



## 保护环

安全带前部的扁带环，设计目的主要是用于承受静力，而不是承受冲坠。尽管也被称为“保护环”，但这一说法其实不太准确，因为只有当保护者不会承受冲击力时，例如下降时及顶绳保护时，才应该把连接保护器或下降器的铁锁扣在保护环上。如果保护者可能承受冲击力，则应

把连接保护器的铁锁扣在攀登绳打结连接安全带上下两环形成的绳圈上。

绝大多数攀登活动都需要具有保护环的安全带，尽管有些轻量化安全带采取了没有保护环的设计。领攀时不宜把绳结打在保护环上，或用铁锁连接绳结与保护环。

## 下降姿势

下降时的姿势很重要。一旦脚在下降过程中打滑，如果重心过于靠后，下降者可能会变成头下脚上的危险姿势，而如果重心不够靠后，则可能导致头部撞到岩壁或冰壁。身体的大部分重量要由安全带承担，抓住绳子制动端的手只起到控制下降速度的作用。下降的标准姿势是面朝岩壁或冰壁，双腿打直，双脚分开约同肩宽。新手下降时需要注意自己的脚跟是否能接触到岩壁或冰壁，如果接触到了，就说明重心已经足够靠后了。上半身应保持放松状态，不宜向前倾。

### 悬空下降

悬空下降（双脚无法接触到岩壁或冰壁）的姿势与一般的下降姿势稍有不同。膝盖弯曲，采取类似坐姿的姿势，可以更好地让安全带承受体重，所以更为舒服。如果需要通过悬崖边缘过渡到悬空状态，需要注意避免头部撞在边缘部位。可以在通过边缘时双腿发力蹬出，同时放绳，让身体摆动回来时处于悬崖边缘之下。需要注意的是，如果放绳距离不够，下降者摆动回来时就会撞在悬崖边缘上。为了避免这一点，也可以用一只手撑住悬崖边缘，或是身体朝后仰，双脚控制身体姿势，慢速通过。

#### 注意

不用安全带，直接用身体绕绳下降时，双绳下降的身体姿势与用安全带下降没有区别。单绳绕绳下降时，控制绳子制动端的手应处于下坡方向，斜向下约45度，这样可以稍微缓解绳子对身体造成的压迫与不适。

## 下降副保护

沿绳索下降是一种具有内在危险性的活动，可以采取一些手段降低其危险性。最简单的保护手段是用另一条绳子作为副保护，常用于专门的、有新手参与的下降活动。副保护绳索由向导或教练控制，如果下降者失控，副保护就会起到作用。

类似的方法也可以用来对倒攀者提供

保护，例如在需要取回留在下方路线上的装备时，可以一人控制绳索保护另一人倒攀，或放另一人下降。

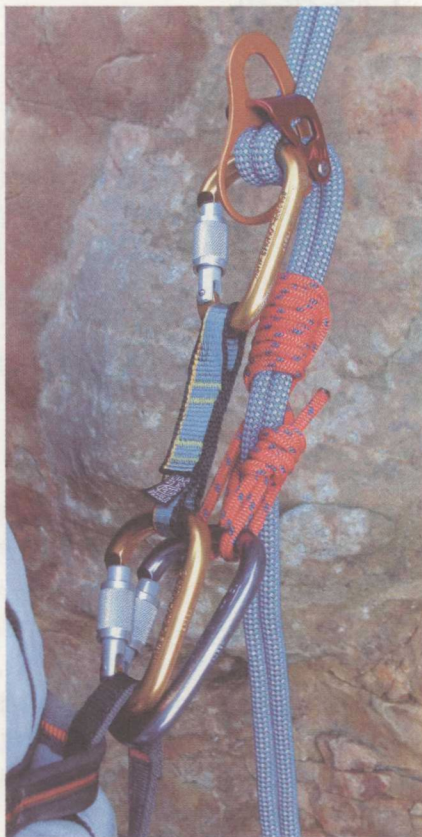
在多段攀登或登山过程中因为意外原因需要下降时，基本不可能用另一条绳索作为副保护，这时可以用一个法式抓结起到副保护的作用。

### 操作方法

用长约 20 厘米的绳套或扁带套延长下降器与安全带之间的连接，可以采用一把快挂，但须用丝扣锁替代快挂两端的普通单锁。也可以用 60 厘米扁带套穿过安全带上下两承重环，两端扣进连接下降器的丝扣锁。

在绳子制动端打一个法式抓结，用另一把铁锁扣在保护环上。抓结的圈数取决于采用的是单绳还是双绳下降，正常情况下，双绳下降时绕 4 圈即可。抓结绳套不可过长，以免碰到下降器导致无法自锁。

下降者仍采用正常的下降姿势，一只手控制绳子，另一只手握住抓结，让抓结保持松弛状态。需要中途停止时，放开握住抓结的手，抓结就会自动锁紧，起到保护作用。



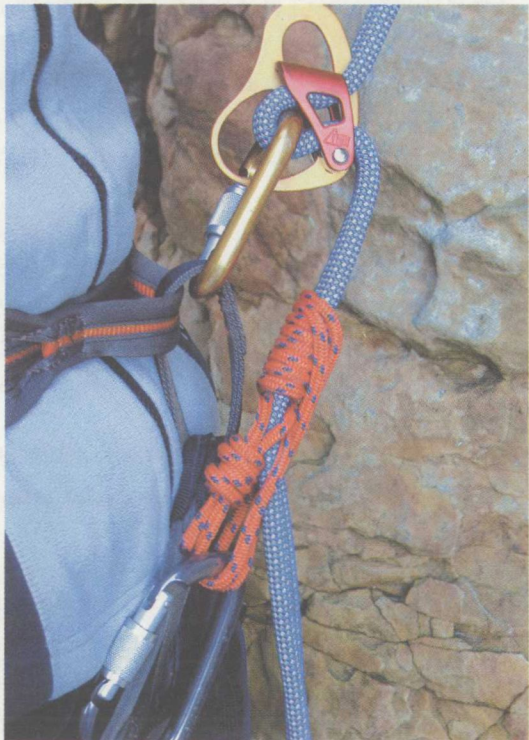
用法式抓结作为下降副保护



## 注意

因为副保护抓结打在下降器下面，所以只需要提供相当于手握住绳子制动端的锁定力，下降者的绝大部分体重仍由下降器承担。如果把副保护抓结打在下降器上面，锁定时就需要由抓结来承担下降者的全部体重，这时如果采用的是法式抓结，在受到外力扰动时就有可能松脱。如果换用克氏抓结，尽管不容易松脱，但受力锁紧后难以解锁，只有割断抓结绳套才能继续下降。

作为副保护的法式抓结也可以扣在安全带的腿环上，许多人多年来都一直采用这种操作方法，但有两点需要注意。第一，如果下降者被落石击中而丧失知觉，则扣抓结的一侧大腿有可能会被逐渐拉起来，让抓结碰到下降器而失效。第二，当下降者由于某些原因需要抬腿或侧身时，例如摘取保护器材或帮助受伤的攀登者操作时，抓结也有可能碰到下降器而失效。



把作为副保护的法式抓结扣在安全带腿环上

## 提示

如果需要进行多段下降，可以用一条 120 厘米扁带套连接在安全带上，在长度 1/3 处打结扣下降器，剩余长度作为牛尾，可以扣进每一段下降的保护点作为保护。具体操作方法参见“Y 形悬挂”词条。

## 提示

如果下降过程中给绳不畅，可以在下降器上加一把铁锁，跟连接下降器与安全带或牛尾的铁锁扣在同一位置。这样可以减小绳子的扭曲程度，使给绳过程更加顺畅。