

# 护臂式缘壁装置设计思路

杜永康 范志毅

上海工程技术大学机械与汽车工程学院

DOI:10.12238/mef.v3i12.3244

**[摘要]** 缘壁器械目前多用于攀岩运动, 除有防止滑脱的腕带以及胶质握手外并无专门关于突发跌落防护用途的设计, 因此在使用时缺乏及时性以及简易的操作性。而护臂式装置的优点则在于依靠动力弹射与护臂装置有效缩短缘壁需要的时间, 并且相对提高了使用者使用时的应变能力。对护臂式缘壁装置设计思路进行探讨。

**[关键词]** 护臂式; 弹射; 抓钩

中图分类号: TH12

文献标识码: A

## Design Ideas of Arm Guard Type Edge Wall Device

Yongkang Du, Zhiyi Fan

School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science

**[Abstract]** At present, the edge wall equipment is mostly used for rock climbing. Except for the wrist strap to prevent slippage and the gel hand shake, there is no special design for sudden fall protection. Therefore, it lacks timeliness and simple operability when used. The advantage of the arm guard device is that it relies on the power ejection and the arm guard device to effectively shorten the time required for the edge wall, and relatively improve the strain capacity of the user when using it. This article discusses the design ideas of arm guard type edge wall device.

**[Key words]** arm guard type; ejection; grappling hook

传统的缘壁器械市面上最常见的便是登山冰镐, 分为B型和T型, B型即基础冰镐, T型即技术冰镐, B型基础冰镐, 如图1(a)所示, 镐身长约60cm至85cm之间, 每5cm为一档。镐头一头为尖嘴锄头, 另一头为平铲头, 也叫行走冰镐, 其主要用途是在雪地行走时使用。行走冰镐一方面能够为身体平衡的提供支撑, 另一方面在出现坡面滑坠的时候能够进行制动。其外形特点是: 镐柄末端带尖, 方便插入雪或土壤中; 镐头和镐柄之间夹角较大; 镐柄竖直或仅略微弯曲; 鹤嘴较厚, 不锋利。

T型技术冰镐, 也称小冰镐, 如图1(b)示。小冰镐主要用途是攀冰运动和高难度的雪山攀登。小冰镐长度为40cm至55cm。根据镐把的形状特点, 分成直镐和弯镐, 直镐适合一些坡度相对较为平缓的冰壁, 弯镐则适合陡峭垂直的冰壁和一些檐壁使用。小冰镐的镐身强度

要高于B型基础冰镐。小冰镐的镐头都较为尖锐, 另一端为锤头或铲头。通常是锤头、铲头各一支, 组成一对, 在攀登过程中小冰镐一手一支代替双手来攀登。锤头的主要用途是在冰壁及冰岩混合壁上打如岩钉等固定保护点用, 铲头的作用与大镐的相近。其外形特点为: 镐头和镐柄夹角较小; 鹤嘴尖利; 镐柄末端不一定带尖; 镐尖和镐柄均采用高强度合金铸成; 镐头带有铲头或者锤头。



(a) B型基础冰镐 (b) T型技术冰镐

图1 登山冰镐分类

无论是B型基础冰镐, 还是T型技术冰镐, 使用者往往都要经过严格的专业户外攀岩训练才能熟练使用。特别是T型技术镐在使用过程中, 要由腰间佩戴转为手持, 在收放过程中耗时长短, 也取决于使用者的技术熟练度。因此传统缘壁器械, 适用于专业人士, 并不适用于普通人群使用。故提出护臂式缘壁装置想法。

护臂式缘壁装置不同于传统登山冰镐, 其一, 没有传统登山冰镐专业复杂的操作性, 护臂套作为使用者前臂延伸, 简化操作, 缩短缘壁时间增加使用者的应变能力; 其二, 镐体改用弹簧弹射装置折叠在前臂处, 增加了冰镐的便携性。具有上述优势, 护臂式缘壁装置便能进入更多的高空作业以及探险领域。建筑施工, 登山攀岩, 游乐园等场所, 都能成为护臂式缘壁装置用武之地。

## 1 设计思路

护臂式缘壁装置设计主要任务是将护臂装置和冰镐整合在一起。首先对冰镐的尺寸类型与工艺有所要求,并且加以改进。在大多数冰雪地形中,攀爬的多是中等坡度的雪坡,冰镐作用是自我确保和滑落制动,因此使用长度在60-70cm之间。然而由于要安装于护臂,折叠后柄体的长度不能长于使用者的前臂,装置尺寸要缩减为40cm左右。

装置柄体可以采用弹簧弹出,弹出的方式有两种,直弹和侧弹。根据装置强度要求,选用侧弹。护臂应该采用金属结构配合腕带柔性联结手臂增强结构性能,并缓解冲击,镐柄则用销钉金属结构定位与联结。销钉与圆柱形螺旋扭转弹簧配合,弹簧作为柄体侧弹的动力来源,如图2所示。

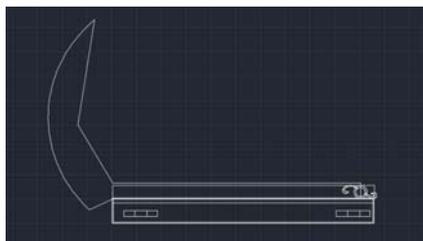


图2 柄体侧弹设计

护臂式装置由:护臂腕带、抓钩、弹射四部分组成。设计重点在于护臂与使用者手臂的贴合,圆柱形螺旋扭转弹簧提供足够的扭矩。根据承载力修正结构并合理选择材料,调整销钉与护臂背板和抓钩的刚度与强度。护臂与手臂的贴合,可以通过增加腕部的腕带的摩擦力来实现,并且可以添加一个与连接装置主体的握把,辅助使用者通过握把代偿发力从而减少发生意外的可能。并且在护臂背板两侧添加一对环扣与手腕处的缓冲带相连接,增加装置的稳定性。

## 2 抓钩的设计

抓钩是护臂式缘壁装置的重要组成部分,不同种类各有其优缺点。选择抓钩的类型是关键。常见的一种抓钩是重力钩,常见于攀岩运动,汽车牵引以及河道清理工作,承重能力较强。一般采用钢制结构,末尾的环孔可以搭配攀岩绳,允许使用者进行抛投,有效增加了装置的灵活性与使用范围。并且由于结

构设计是重力形式,所以能够满足速降要求,并且当使用者放松绳索后,可以有效回收钩子重新装载。重力钩一般分为三爪和四爪。多爪结构意味着重力抓钩折叠后的体积会更大,不便利护臂装置收放。在弹出过程中,重力抓钩展开也需要更大的空间。要解决此问题则需要增加弹射的动力与速度并且设置回收功能,电动机和储气罐是较为合适的动力方式,然而这也意味着装置的成本和重量会上升,考虑到设备的维护、室外的使用环境(可能有砂石存在)、操作性和安全可靠性会大打折扣。因此排除选用重力钩。

另一种抓钩为直接类比Black Diamond冰镐镐头设计,如图3所示。设计时采用该冰镐的尺寸。根据国际登山协会联盟(UIAA)对受力冰镐技术参数的分级,T型技术冰镐要求:镐头上作用3.5KN力而不弯曲,而B型基础冰镐为2.5KN。假定使用者100kg,其悬挂时臂部受承载力也就是980N,满足要求。就重量而言,也较为合适。譬如Black Diamond系列的镐头大约重量在400g左右,采用高质量7075铝合金制造的直镐柄,镐头采用耐用的铬钼钢,保证了足够的强度和刚度。按照传统的镐头设计,折叠后空间相对有限并且可以在未展开时保留部分专业攀登者技术动作的使用空间。选择使用Black Diamond冰镐镐头作为护臂式缘壁装置的抓钩设计模型,并且删去铲头或锤头,保留锯齿的设计。



图3 Black Diamond冰镐镐头

## 3 弹射的比较与选择

内锁式直弹装置作为抓钩的弹射装置,简单方便。其利用弹簧钢片的弹力,沿滑轨将抓钩柄弹射出来。然而根据实际的测试,我们发现此弹射装置速度快,

重量轻,便携度高,但是内锁式导致装置容积十分有限,限制了抓钩柄的厚度因而降低了受承载力的能力以及抓钩的形状。更为合适的弹射方式是外锁式侧弹。采用圆柱形螺旋扭转弹簧和抓钩柄末端联结,简化结构同时又可以增加柄的厚度,为尺寸设计范围提供了更多的空间。其缺点在于抓钩暴露在护臂之外体积更大,并且圆柱形螺旋扭转弹簧暴露在户外环境,容易卡入砂石影响装置的运行效果。但这些缺点可以通过护臂弹射处的外形设计来改进,因此选用外锁式侧弹更优。

## 4 结束语

护臂式缘壁装置结构的连接与组合,需考虑承载力、携带简便、展开和回收方便等因素。护臂式缘壁装置设计采用以Black Diamond冰镐为模板的改进镐体,采用外锁式侧弹,通过套有圆柱形螺旋扭转弹簧的销钉联结的护臂背套的组合实现缘壁功能。抓钩设计不同于传统冰镐镐头,删去铲头或锤头,保留锯齿的设计。增加腕部腕带的摩擦力,并且可以添加一个与连接装置主体的握把,辅助使用者通过握把代偿发力从而减少发生意外的可能。护臂式缘壁装置结构轻质便携,操作简易,适用的范围较传统冰镐更为广泛。

## 基金项目:

上海工程技术大学生创新项目:护臂式缘壁抓钩装置(编号:cx2001019)研究成果。

## [参考文献]

- [1]李培超,范志毅,刘小妹.简明工程力学(2版)[M].北京:清华大学出版社,2016.
- [2]陶宇平.登山户外运动风险管理研究[J].四川体育科学,2012(3):5-8+19.
- [3]刘正林.摩擦学原理[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [4]周开勤.机械零件手册[M].北京:高等教育出版社,1994.

## 作者简介:

杜永康(2000-),男,汉族,上海人,上海工程技术大学机械与汽车工程学院2018级本科在读,研究方向:机械设计。