

doi: 10.7690/bgzdh.2016.07.005

单兵躯干防护装备的现状与展望

黄海英, 王克印, 张璜炜, 赵排航
(军械工程学院车辆与电气工程系, 石家庄 050003)

摘要: 为提高士兵的战场生存能力, 保持战斗力, 对单兵躯干的防护装备进行了介绍和展望。通过回顾其发展历程, 总结单兵防护鳞甲的特点, 分析单兵躯干防护装备的织物基体柔性化、防弹板结构离散化、防弹板材料非金属化和整体功能多样化的发展趋势。结果表明: 单兵躯干防护装备使单兵防护更为轻便和有效, 从而提高士兵的战场生存能力。

关键词: 甲冑; 防弹背心; 单兵鳞甲; 结构离散化

中图分类号: TJ05 **文献标志码:** A

Current Situation and Prospect of Individual Protective Equipment

Huang Haiying, Wang Keyin, Zhang Huangwei, Zhao Paihang

(Department of Vehicle & Electrical Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: For improving soldier battlefield survivability and keeping fight capability, the paper introduces and makes prospect of individual protective equipment. Through review of development, summarize characteristics of individual protective scale, analyze development tendency of individual protective equipment fabrics matrix flexibility, bulletproof armor plate structure discretization, bulletproof armor plate material non-metal and entirety function diversity. The results show that: individual protective equipment will make individual protection more portable and effective, and improve soldier battlefield survivability.

Keywords: armour; bulletproof vest; individual scales; structure discretization

0 引言

防弹背心是用于单兵躯干战伤防护的装备, 能够有效地防护枪弹、弹片等低强度的侵彻杀伤。其作用相当于冷兵器时代用于单兵防护的甲冑。

冷兵器时代的甲冑, 按结构特点可分为 3 类: 鳞甲、板甲和锁子甲。其中, 鳞甲的使用最为广泛, 在世界各个古文明国度的军队里, 都曾装备过各式各样的鳞甲。如中国, 战国时期就出现了将鱼鳞或柳叶形状的铁制甲片, 经过穿缀连接而成的铁甲。秦汉到唐宋, 出现了鱼鳞甲、铁圈甲等, 鳞甲的制作工艺和防御能力都有了长足的发展^[1]。在欧洲, 早期的鳞甲通常是在战袍上缝上小金属片, 虽然容易制造, 但是实战防护能力有限。如古波斯军队, 穿戴的就是这种鳞甲。古罗马人则把鳞甲片放大成弧形, 形成了罗马鳞甲一环片甲。到了公元 8 世纪, 欧洲的鳞甲改为甲片间相互叠合连接, 这一改进使鳞甲的灵活性和防御能力都有了较大的提高。

世界进入热兵器时代后, 在高速飞行的子弹面前, 传统的甲冑形同虚设, 反而因其沉重而影响单兵行动的灵活性; 因此, 除了钢盔之外, 其他的单兵防护装备几乎为零。随着高强度的现代复合材料

的出现, 为单兵防护鳞甲的发展带来了新的空间, 现代铠甲—防弹衣再次成为单兵的防护装备^[1]。

1 防弹背心的发展现状

第二次世界大战中, 一些参战国对士兵战伤部位做了统计, 结果表明: 70% 的受伤部位为躯干。防弹衣的研制受到了英、美等各参战国的高度重视。由于防弹衣主要用于对躯干的防护, 因此, 也被称为防弹背心。

防弹背心在二战以来得到了突飞猛进的发展。先是英军于 1942 年 10 月率先研制出实用型防弹背心。该防弹背心由织物连接 3 块高锰钢板组成, 依稀可见鳞甲的影子。美军紧随其后, 在 1943 年推出了 23 防弹背心。早期的防弹背心沿用了鳞甲的形式, 用天然织物把特种钢板连接在一起, 起到防护士兵躯干的作用。到了 1945 年 6 月, 美军推出了 M12 步兵防弹背心, 创新地用合成纤维尼龙 66 (学名聚酰胺 66 纤维) 替代了天然织物, 用铝合金替代了钢板^[2-4]。这一举措在提高单兵防护能力的同时, 大大降低了防弹背心的整体质量, 从而使防弹背心趋于实用化和普及化。而合成纤维织物也就此成为防弹背心的主要材料。

收稿日期: 2016-03-15; 修回日期: 2016-04-26

基金项目: 军械工程学院原始创新基金课题资助 (YSCX1203)

作者简介: 黄海英 (1972—), 女, 江苏人, 硕士, 副教授, 从事机械设计与振动理论研究。

到了20世纪70年代初,随着美国杜邦(DuPont)公司研制的具有超高强度、超高模量、耐高温的合成纤维——凯夫拉(Kevlar)的出现,防弹背心的发展进入了一个新的阶段^[5]。用多层凯夫拉织物制成的防弹背心质量轻,穿着舒适。由凯夫拉(Kevlar)和后来出现的特沃纶(Twaron)、斯派克特(Spectra)等高性能合成纤维织物制成的软体防弹背心在各国军警中得到了广泛的应用^[6-7]。

软体防弹背心虽然有诸多优点,但在关键的防护能力上仍然存在致命的缺陷。例如,虽然子弹难以击穿软体防弹背心,但却能够造成较大的变形,致使被防护者身体出现如钝器打击般的损伤,有时甚至是致命的。而对于军用步枪射出的子弹,单纯由高强度尼龙构成的软体防弹背心更是难以防护。为此,沿用古代鳞甲思路的复合式防弹背心再次出现了。现代复合式防弹背心一般以高性能纤维织物作为连接介质,以高强度轻质陶瓷片作为鳞甲片,兼顾了防护能力和穿着舒适度。这类结构形式已成为目前防弹背心主要的发展方向。

自1985年以来,前苏联红军研制了多种型号的防弹背心并列装到部队,这些防弹背心几乎都是织物加防弹板的结构形式,不同的是防护部位、背心样式和防弹板材料在不断地更新^[8]。俄军继承了苏军的装备,其装备的АДУ-605Т-83(制式号BT-23)型防弹背心采用了6.5 mm厚的钛合金防弹板^[9],能够挡住AKM的7.62 mm普通钢芯弹50 m距离的穿透。防弹板采用鱼鳞式布局,前胸13块,后背12块,由30层凯夫拉纤维织成背心,将前后25块防弹板连接在一起,构成完整的现代防护鳞甲。

据有关资料显示,我军防弹背心的研制始于20世纪50年代末,到1964年,我军第一款防弹背心研制成功。该防弹背心以多层棉纶织成外套和护肩,以3 mm厚的玻璃钢片作为防弹板,有效地减轻了防弹背心的质量,全重不足7 kg。该背心对手榴弹破片和M1911手枪射击防护效果较好,但对步枪子弹防护能力有限。20世纪60年代末至70年代初,我军研制出了玻璃钢-铬钢玉-碳化硼复合结构和铝合金结构2种材料的用于防弹背心的防弹板,虽然整体质量有所增加,但防护能力得到了大幅度的提升^[10]。20世纪80年代,总后军需装备研究所研制出了TF90-54和TF90-79防弹背心,这就是主要用于外销的“护神”系列防弹背心。该系列防弹背心仍然采用经典的鳞甲式结构,防弹板材料为高性能特种防弹钢,对于5 m内的54式手枪和10 m以外

79式冲锋枪射击,具有较好的防护作用。

20世纪90年代以来,采用芳纶及超高分子量聚乙烯纤维材料为主要材料制成的软体防弹衣,需要时插入防弹插板则可成为硬体防弹衣。鳞甲类结构已经逐渐成为防弹背心的标准结构形式^[11]。

2 现代防弹背心的特点

以织物衬里加防弹板组合而成的防弹衣,应用最为普遍,几乎成为现代防弹衣的标准样式,而这种样式的防弹衣在第一次世界大战期间就已经出现。从结构特点上来看,此类结构是古代鳞甲的一种现代衍化形式。

鳞甲由若干防护片构成,如同鳞片一般。鳞片之间通常用丝线、绳索或纺织物连接。相对于板甲和锁子甲,鳞甲具有结构上的优势。主要体现:1)符合模块化的现代设计理念,单个防弹鳞片结构简单,便于大量生产;2)便于局部维护,单个鳞片更换容易,修复速度快;3)构成多样,可根据防护的实际需要,设计鳞片的结构形状,穿戴灵活,对人体的适应性好,即能实现局域防护,又可实现全身防护。

现代防弹背心继承了鳞甲的优点,并且在材料和结构上有所发展。具有以下特点:1)高性能合成纤维织物的出现,使防弹背心的织物基体本身具备了一定的防弹性能,甚至出现了纯织物的软体防弹背心;2)采用复合材料制作的防弹板在增加了防弹能力的基础上,还大大降低了自身质量,使防弹背心不再影响士兵的机动能力;3)口袋式的结合方式,使防弹板的维护更新十分便利。这些特点将推动防弹背心的推广普及,提高士兵的战场生存能力。

3 防弹背心的发展趋势

随着现代设计理念的融入,鳞甲式结构逐渐成为防弹背心发展的主流方向。在材料、功能等方面,越来越呈现出多元化的发展趋势。

一是织物基体柔性化。随着凯夫拉等高强度合成纤维的出现,防弹背心的基体越来越柔性化,这也使得防弹背心不再笨拙,士兵在穿着防弹背心时,动作灵活性不会受到限制。并且还可以根据防护场合的需要,选择防弹背心穿着在外衣的里面;根据防护等级的不同,选择是否插入防弹板。柔软舒适的防弹背心织物基体,有利于设计出更为灵活的防弹背心组合样式,以便在不同的情况下提供适当和可靠的防护方式^[12-15]。

二是防弹板结构离散化。早期的防弹背心,其

防护钢板普遍较大,通常由前后二三片等构成。随着防弹板和基体材料的改进,防弹板的数量也增加,以提高防弹背心穿着的舒适度。如俄军的 6B3 (6B3) 型防弹背心一共采用了 25 块防弹板;美国尖峰装甲公司推出的名为龙鳞甲 (dragon skin) 的防弹衣,防弹板数量更多。众多小块的陶瓷防弹瓦和新型的防弹纤维编织成鱼鳞状的防护甲,在结构上与中世纪的鳞甲相近,因而得名“龙鳞甲”^[16]。

三是防弹板材料非金属化。近年来,除了高强度防弹钢板、高强度铝合金等金属材料防弹板之外,还出现了复合陶瓷防弹板、玻璃钢-铬钢玉-碳化硼复合结构防弹板、高强度碳纤维复合防弹板等非金属轻量化固体材料制成的防弹板^[17]。这些非金属材料防弹板,在有效地减轻防弹背心整体质量的同时,还提高了单兵防护能力。近年来出现了液体防弹衣 (liquid body armor)。由英国 BAE 公司研发了一种被称为“防弹蛋奶糊”的 STF 剪切增稠液体^[18-19],当这种液体受到子弹撞击时,分子会紧紧结合在一起,迅速变厚变硬,吸收因撞击产生的冲击力。

BAE 公司将这种液体材料注入多层凯夫拉 (Kevlar) 纤维中间,制成了新型的液体防弹衣。这种液体防弹衣的质量仅有普通防弹衣的一半,因其轻便实用而被誉为世界上最先进的防弹衣。

据报道,我国中物功能材料研究院研发成功了基于液体防弹材料 (TBS) 的液体防弹衣,是继美国和英国之后第 3 个掌握该项技术的国家。可以预见,新型防弹材料的出现,将引领单兵防护装备的发展。

四是整体功能多样化。目前的防弹背心功能普遍比较单一,用于对枪弹和动能破片的防护。防护的机理基本都是通过能量的吸收和耗散来减轻甚至消除枪弹动能对人体的伤害。未来在防弹背心的功能上应该有所扩展。例如,可以根据防护需求,采用局部质量原理,给不同部位的鳞甲赋予不同的防护功能。在重点防护部位,甚至可以设计微主动装甲模块。根据单兵隐蔽功能需求,可研发红外辐射屏蔽模块、环境映射式隐蔽模块等^[20-22]。根据单兵隐蔽行进功能需求,可研发爬行模块等。

4 结束语

单兵鳞甲具有仿生的特点,其中以模仿鱼鳞造型者居多。仿生鳞甲可以看作是传统鳞甲的现代制式。它在传统鳞甲的基础上,融入了现代仿生学的理念,使单兵防护系统更为轻便和有效。从发展的角度看,基于高分子复合材料的多功能单兵仿生鳞

甲,必将成为单兵防护装备的发展趋势。

参考文献:

- [1] 贾潍. 中国古代铠甲的历史变革分析[D]. 天津: 天津师范大学, 2010.
- [2] 卢卫晨. 美国陆军装备新型单兵防护装置[J]. 轻兵器, 2007(10): 47-47.
- [3] 单兵防护[J]. 轻兵器, 1993(2): 21-24.
- [4] 蒋毅, 周宏, 陈晓. 美军信息化单兵防护装备浅析[J]. 中国个体防护装备, 2010(5): 5-7.
- [5] Hung Panpan, Choi Kupsze, Chiang Vico. Using Interactive Computer Simulation for Teaching the Proper Use of Personal Protective Equipment[J]. Computers, Informatics, Nursing, 2015, 33(2): 49-57.
- [6] 康柏. 美军最新的单兵防护装备[J]. 世界航空航天博览 (B 版), 2003(06B): 14-17.
- [7] 美军配备的单兵防护装备[J]. 军事世界画刊, 2003(5): 44-47.
- [8] Ortega Rafael, Obanor Osamede, Yu Priscilla. Putting On and Removing Personal Protective Equipment[J]. New England Journal of Medicine, 2015, 372(25): 2464-2465.
- [9] Holland M G, Cawthon D. Personal Protective Equipment and Decontamination of Adults and Children[J]. Emergency Medicine Clinics of North America, 2015, 33(1): 51-68.
- [10] 中国单兵防护装备选登[J]. 现代兵器, 2005(2): 53-53.
- [11] 孙盛远, 张健, 姜建国. 外军单兵防护技术的发展[J]. 工兵装备研究, 2007(1): 61-64.
- [12] 凌瑶. 西德单兵防护装备的新发展[J]. 后勤科技装备, 1991(1): 54-55.
- [13] Mcgoldrick M. Personal protective equipment[J]. Home Healthc Now, 2015, 33(2): 112-113.
- [14] 卢卫晨. 美国陆军装备新型单兵防护装置[J]. 轻兵器 (下半月), 2007(5B): 47.
- [15] 佩森. 日本陆上自卫队单兵防护装备[J]. 兵工科技, 2005(8): 33-35.
- [16] 世界最好防弹衣[J]. 光学精密机械, 2007(4): 39.
- [17] 刘煊松, 穆孝天, 李延骋, 等. 人体装甲: 单兵防护装备新情势[J]. 轻兵器, 2013 (23): 14-16.
- [18] Howe Shaun. Use of personal protective equipment in dental practices[J]. Dental Nursing, 2015, 11(8): 464-467.
- [19] Park H, Kim S, Morris. Effect of firefighters' personal protective equipment on gait[J]. Applied ergonomics, 2015, 48(4): 42-48.
- [20] 美陆军大力提高单兵防护装备性能[J]. 装备参考, 2003(46): 13-14.
- [21] Zellmer Van H, Sarah B R. Variation in health care worker removal of personal protective equipment[J]. American Journal of Infection Control, 2015, 43(7): 750-751.
- [22] Anna Maria V. Are You Covered? Safe Practices for the use of Personal Protective Equipment[J]. Journal of Emergency Nursing, 2015, 41(2): 154-157.