

塑料弹带和塑料弹托的应用进展

王树伦

章玉斋

(南京军区军代局驻济南地区代表室, 济南 250031) (中国兵器工业集团第五三研究所, 济南 250031)

摘要 介绍塑料弹带、塑料弹托的国内外发展概况、种类及其作用原理, 并给出了其在穿甲弹、榴弹、破甲弹和迫击炮弹等武器装备上的应用情况及发展方向。

关键词 塑料弹带 塑料弹托 塑料闭气环 工程塑料 滑动式 固定式 应用 进展

弹带和弹托都是组成弹丸的重要部件之一, 其主要作用有三个: 一是定位作用, 保证弹丸在炮膛内正常运行; 二是闭气作用, 保证弹丸在炮膛内运行过程中发射药气体不泄漏, 使发射药气体的能量得以充分发挥; 三是导转作用, 使弹丸在炮口获得一定的转速, 以提高弹丸的弹道飞行稳定性。早期的弹带和弹托均采用紫铜、铜合金、纯铁、铝及其合金等金属材料制造。随着兵器工业和化学工业的不断发展, 各种武器装备性能的提高, 从某种程度上来讲, 金属材料的弹带和弹托已经不能够满足现代化武器装备的需要。国内外相继开展了塑料弹带和塑料弹托的研究, 塑料弹带和塑料弹托成为世界各工业先进国家用于各种新型炮弹的一项高新技术, 特别是 20 世纪 70 年代以来, 这项高新技术在各种新式炮弹上得到了广泛应用, 使得常规武器炮弹的各项关键技术性能有了飞跃发展。

塑料弹带和塑料弹托并不是机械地简单代替金属弹带和弹托, 而是利用了全新的结构、材料和技术, 它涉及到内弹道学、外弹道学、空气动力学、弹丸设计理论、强度理论、摩擦理论、工程塑料配方设计、试验、测试、优化设计等一体化系统工程理论, 是一个综合性较强的科学领域, 使得弹带、弹托的作用与概念焕然一新。对于小口径固定式塑料弹托, 可降低膛线的磨损与烧蚀, 提高初速与速射能力, 使火炮的使用寿命成倍提高; 可脱落的固定式塑料弹带使次膛穿甲弹、榴弹及全膛弹实现了最佳的空气动力外形, 减少了空气阻力, 提高了射程; 滑动式可脱落的塑料弹带使线膛炮能够像滑膛炮一样发射精度较高的各种尾翼稳定的炮弹, 降低了弹丸的炮口旋转速度, 提高了弹丸的弹道飞行稳定性, 从而赋予线膛炮以新的动力, 开创了一炮多弹的新时期; 结构新颖的塑料闭气环使线膛炮、滑膛炮、迫击炮发射的各种炮弹的内弹道、外弹道性能明显提高。塑料弹带、塑料弹托、塑料闭气环促进了新式炮弹的发展, 目前已经广泛应用于 14.7 ~203 mm 口径的各种类型的炮弹上, 特别是在穿甲弹、榴弹和迫击炮弹上应用甚广, 所表现的性能特点是金属材料所无法比拟的。笔者现将塑料弹带、塑料弹托的国内外发展概况、种类及其作用原理作一介绍。

1 国内外发展概况

1.1 国外发展概况

美国从 20 世纪 40 年代开始塑料弹带和塑料弹托材料

及其成型工艺技术的研究工作, 首先采用酚醛塑料制备弹带, 以解决炮管的磨损问题, 但效果不够理想。到 60 年代开始应用于小口径、低膛压、无座力炮弹上。70 年代已发展到应用于速射大口径炮弹上的研究工作, 并开始部分装备部队。到 80 年代初, 105 mm 钨合金脱壳穿甲弹采用了尼龙 6 材料的整体塑料弹带。据报道, 现在美国、英国等一些技术先进国家均开展了整体塑料弹带的研究工作, 并且采用了先进的成型工艺技术, 但其技术资料目前尚未公开报道^[1]。国外塑料弹带部分应用情况见表 1。

表 1 国外塑料弹带部分应用情况

弹丸	部件	材料	备注
美 155 mm 二代底凹榴弹	固定式弹带	乙缩醛	使用
英国普通榴弹	固定式弹带	聚碳酸酯	使用
美 127 mm 二代底凹弹	固定式弹带	尼龙 12	美海军研制
美 90 mm M431 式破甲弹	滑动式弹带	尼龙 66	使用
瑞典 84 mmFFN - 151 增程穿甲弹	滑动式弹带	尼龙 66	使用
美 M392A2 式 155 mm 脱壳穿甲弹	滑动式弹带	纤维增强塑料	使用
美 20 mm 脱壳穿甲弹	固定式弹带	聚碳酸酯	使用
美 30 mm 脱壳穿甲弹	固定式弹带	聚碳酸酯	使用
巴基斯坦 100 mm 脱壳穿甲弹	固定式弹带	尼龙 66	使用
美 90 mm 脱壳穿甲弹	滑动弹带	聚四氟乙烯	使用
美 M68U 式 105 mm 脱壳穿甲弹	滑动弹带	尼龙 66	使用
瑞士双 35 mm 脱壳穿甲弹	固定式弹带	尼龙 66	使用

1.2 国内发展概况

我国从 20 世纪 70 年代初开始塑料弹带的研究工作, 到 70 年代末, 我国塑料弹带、塑料弹托及塑料闭气环的研究取得很大进展, 相继成功研制了大量的新材料、新工艺、新技术, 并且相当一部分获得了广泛的应用, 效果显著。中国兵器工业集团第五三研究所是开展塑料弹带研究最早的单位之一, 采用聚矾材料制备的闭气环在某些口径的迫击炮弹上获得了较好的应用效果, 可使射程提高 20% 以上, 初速提高 10% 以上, 纵向散布密集度提高 26% ~46%。到 20 世纪 80 年代初期, 中国兵器工业集团第五三研究所开始了整体塑料弹带的研究工作, 经过 5 年的时间, 成功研制了制备大口径

整体塑料弹带的MC和MCC尼龙材料及弹带整体装配成型工艺技术,以及制备小口径整体塑料弹托的改性尼龙610和尼龙66材料及其成型工艺技术,并且在7种口径脱壳穿甲弹9个不同弹种上取得了显著的应用效果,在某种程度上达到并超过了国外同类产品的水平。

2 塑料弹带、塑料弹托的种类

塑料弹带和塑料弹托目前大多应用于旋转稳定和尾翼稳定的各种不同口径的榴弹、穿甲弹、破甲弹等,根据其结构和作用原理一般可分为固定式塑料弹带和弹托、滑动式塑料弹带及塑料闭气环3类。

2.1 固定式塑料弹带和弹托

固定式塑料弹带和弹托一般用于线膛炮和滑膛炮发射的靠旋转稳定的弹丸上,当弹丸在炮膛内运动时,弹丸与弹带之间不发生相对运动,在炮口处弹带和弹丸的旋转速度一致。按其作用原理,固定式塑料弹带和弹托又分为不脱落的固定式塑料弹带和可脱落的固定式塑料弹带和弹托。

(1) 不脱落的固定式塑料弹带

这种塑料弹带同金属弹带一样,在发射过程中随弹丸一起飞行到目标,大多应用于小口径榴弹上,一般采用化学或物理方法将塑料弹带固定在弹体上,不仅要求塑料弹带在膛内具有足够的强度,确保弹丸在炮膛内的正常运行,而且在炮口外的弹道上还必须能够承受旋转的离心力和空气阻力对弹带的破坏作用。因此,通常设计的塑料弹带比金属弹带宽,并且与弹体之间具有较好的粘结性能,以确保塑料弹带在炮膛内的强度,而出炮口后能够抵抗旋转离心力和空气阻力的作用在弹道上不脱落。

(2) 可脱落的固定式塑料弹带和弹托

可脱落的固定式塑料弹带在炮膛内的发射过程中与不脱落的塑料弹带作用一样,而在出炮口后立即破碎脱落,不随弹丸一起到达目标。这种塑料弹带广泛应用于不同口径的各种炮弹上,一般采用机械的方法固定在弹体上,以便于在炮口处的脱落,减少弹丸飞行的空气阻力,增加射程。

可脱落的固定式塑料弹带根据不同口径的各弹种的结构和作用性能,所采用的结构形式大致可分为两种类型:一种是通常称之为塑料弹托的一次成型的塑料弹带和塑料弹托一体结构,这种结构的塑料弹带的宽度可在较长的塑料弹托长度上选取,使得闭气和导转性能更为可靠;另一种是塑料弹带机械整体装配在金属铝弹托尾部弹带槽内的结构,这种塑料弹带更有利于密封发射药气体,防止塑料弹带与弹体之间产生相对滑动旋转,同时可使弹丸在炮膛内的装填位置前移,更加有利于弹丸的定心,避免尾部侵占药室容积过大,而且更加有利于出炮口后立即破碎脱落。常用的材料有纤维增强尼龙、改型尼龙、聚碳酸酯、铸型尼龙、聚丙烯和增强塑料等。

2.2 滑动式塑料弹带

滑动式塑料弹带主要应用于线膛炮发射的尾翼稳定的炮弹,使得原来只能够发射旋转稳定炮弹的线膛炮也能够发

射较高射击精度的尾翼稳定的炮弹。目前滑动式塑料弹带基本上均为可脱落式,其结构均为矩形截面的圆环,机械整体装配于尾翼稳定弹丸弹体尾部的矩形截面环形弹带槽内,滑动式塑料弹带可相对于弹体自由转动。在炮弹发射过程中,滑动式塑料弹带在发射药气体的推动下嵌入膛线,并沿螺旋膛线向前运动和高速旋转,充分利用塑料弹带与弹丸之间相对转动的摩擦作用,使弹丸获得一定的炮口转速,出炮口后,塑料弹带在旋转离心力和发射药气体的膨胀压力及空气动力的作用下迅速破碎脱离而不影响弹丸的脱壳,提高了弹丸的弹道飞行稳定性和射击密集度。

滑动式塑料弹带不仅有利于密封膛内发射药气体,充分发挥发射药气体的能量,而且能够引导弹丸沿膛线运动,起着弹性支撑的定位作用,提高初速,减小发射过程中弹丸的起始扰动^[2-3],更重要的是可减小线膛炮发射尾翼稳定弹丸的炮口转速,并将弹丸炮口转速限定在弹道飞行稳定、射击精度高和威力大等技术要求的最佳范围内,这是滑动式塑料弹带设计的关键技术特性。

2.3 塑料闭气环

塑料闭气环也是塑料弹带的一种类型。在弹丸发射过程中主要起到增强闭气和定心作用。塑料闭气环出炮口后在旋转离心力、发射药气体作用力和空气阻力的作用下破碎脱落,目前已广泛应用于线膛炮和迫击炮的各种不同口径的炮弹上,并获得了显著效果。

(1) 线膛炮发射的旋转稳定榴弹的塑料闭气环

对于线膛炮发射的旋转稳定的大口径榴弹,为了进一步提高发射药气体的密封性能、减小金属弹带与火炮膛线的烧蚀及磨损,增强定心和弹性支撑作用,可在金属铜弹带后面装配一条矩形环状的塑料闭气环,金属紫铜弹带与弹体固定为一体,而塑料闭气环相对于弹体可以转动,它承受的导转侧压力只用来使塑料闭气环本身沿膛线转动及克服闭气环与弹体相对滑动的摩擦力矩。由于塑料闭气环的直径比金属弹带的直径大,这样在膛线起始部即使有少许磨损的情况下,仍能够保证弹丸初始位置的定位和闭气性能,所以闭气环可在一定程度上提高弹体强度和火炮寿命,并提高射击密集度。

(2) 迫击炮弹的塑料闭气环

迫击炮弹与其它炮弹所不同的是从炮口装填,而且闭气环的直径不超过弹径,为确保顺利装填,迫击炮弹和闭气环与炮膛壁之间应有一定间隙。当发射时,发射药气体一方面推动弹丸运动,另一方面部分发射药气体通过炮弹间隙向膛外逸出,造成闭气环外缘压力降低,从而使闭气环径向自弹体闭气环槽内向外扩张,同时高压气体又进入闭气环与槽底之间。高压发射药气体又使闭气环自槽内均匀地径向向外膨胀,使闭气环外表面紧靠炮膛而获得良好的闭气性能。当弹丸出炮口后,槽内发射药气体压力的作用使闭气环继续径向膨胀而破碎,立即与弹体分离而脱落。

根据迫击炮弹的应用特征,一般在迫击炮弹定心部下边

缘都设有一环形沟槽,并在沟槽内装配一条塑料闭气环,以减少发射药气体的外泄,较充分地利用发射药气体的能量,以提高初速、增加射程、减小炮弹的初速或然误差,同时形成气垫式的弹性定心作用,减少发射过程中弹丸的起始扰动,提高射击密集度。对于塑料闭气环在迫击炮弹上的应用研究,关键在于环形沟槽和塑料闭气环的结构及塑料闭气环材料的特性设计技术,必须使发射药气体便于进入闭气环槽,使得塑料闭气环便于膨胀而获得有效的闭气性能。

3 塑料弹带和弹托的作用原理

近年来塑料弹带和塑料弹托作为炮弹的一个重要部件发展很快,并已经广泛地应用于各种不同口径、不同种类的新型炮弹上,有效地弥补了金属弹带的不足,使得武器装备系统的技术性能有了明显提高。并且根据各种不同类型炮弹的作用性能要求,应用各种不同类型塑料弹带和塑料弹托的结构和材料性能及其突出的作用特点也各不相同。但就其作用原理,各种不同类型的塑料弹带、弹托、闭气环等具有基本共同点,也有各自突出作用的独特之处。

3.1 闭气、定心、导旋和微旋作用

固定式塑料弹带、弹托和滑动式塑料弹带及塑料闭气环等基本都具有闭气和定心作用^[1],同时固定式塑料弹带、弹托还具有导引旋转稳定的炮弹沿膛线运动的导旋作用,使弹丸获得高速旋转稳定的性能。滑动式塑料弹带还具有降低尾翼稳定炮弹旋转速度的作用,充分利用滑动式塑料弹带与弹丸之间的相对滑动摩擦作用,使得尾翼稳定的弹丸获得适当的炮口微旋速度的特性。

目前,制备塑料弹带、塑料弹托、塑料闭气环的材料一般均为热塑性或末高度交联的半热固性的塑料材料,由于材料本身具有较好的延展性和弹性,摩擦系数小,耐磨性好,使塑料弹带的摩擦热较小,不仅便于成型和装配,而且在弹丸发射过程中容易嵌入膛线,在炮膛内处于弹性压缩状态,更有利于密封发射药气体以充分发挥发射药气体的能量。因此,塑料弹带和弹托及闭气环的闭气作用和定心作用均比金属弹带要好得多,特别是滑动式塑料弹带的微旋作用是金属弹带所无法完成的。

3.2 提高射击密度

线膛炮或滑膛炮发射的尾翼稳定和旋转稳定的弹丸发射时在炮膛内的起始扰动是影响弹丸散布的主要因素^[4],而造成起始扰动的主要原因一方面是由于发射药气体的泄漏而引起作用在弹体表面的发射药气体压力不对称,弹炮之间碰撞和弹丸的摆动而产生起始扰动;另一方面是由于弹炮间隙和弹丸轴线的最大摆动角而引起的弹炮之间的相互作用力所产生的起始扰动。由于塑料弹带和弹托及闭气环与金属弹带相比具有充分的延展性和良好的弹性,不仅增强了发射药气体的密封性能,减少了因发射药气体的泄漏而作用在弹体表面压力的不对称性所引起的扰动,同时塑料弹带具有弹性支撑弹丸的定心作用,增强了弹丸的定心作用性能,减缓了弹丸靠向膛壁的时间与速度,减少了弹丸与膛壁之间的

相互作用,降低了弹丸的最大摆动角,从而减少弹丸在膛内振动和碰撞所引起的起始扰动和弹丸外弹道散布,进一步提高了弹丸的弹道飞行稳定性和射击密集度。

在弹丸发射过程中,滑动式塑料弹带不仅具有较好的闭气和定心作用,而且滑动式塑料弹带嵌入膛线,沿膛线运动产生高速旋转,充分利用塑料弹带与弹丸之间的相互摩擦作用,使弹丸在炮口获得一定的微旋转速,有效地减少和消除了弹丸外形不对称和质量偏心所引起的散布,从而提高了线膛炮发射尾翼稳定弹丸的弹道飞行稳定性和射击密集度。

3.3 提高初速、增大射程

由于塑料弹带、弹托与铜弹带相比具有较好的闭气性和定心作用,可充分利用火药气体的能量,而且剪切和摩擦作用损失的动能少,改善了内弹道性能,因而无论对线膛炮和滑膛炮均可提高初速,使射程增加,提高威力。

可脱落的固定式塑料弹带、弹托和滑动式塑料弹带及塑料闭气环,在弹丸发射飞离炮口后,立即破碎与弹丸分离,减少了弹丸飞行的空气阻力,增大了射程^[4],并且由于可脱落的固定式塑料弹带和塑料弹托的应用,使得榴弹炮弹丸锥形尾部增长和弹底直径减小,改善了弹形,减小了弹丸的飞行阻力,从而提高了弹丸的初速,增大了射程。

3.4 延长炮管寿命

塑料弹带、弹托材料大都为具有良好延展性、弹性及粘流特征的热塑性或半热固性的塑料材料,通过合理的结构设计,可获得良好的闭气性能和定心作用,更有效地密封发射药气体,减轻发射药气体的泄漏对炮管膛壁的冲刷烧蚀。而且塑料材料可侵入内膛表面微观裂纹,防止裂纹的扩展,从而减轻发射药气体对炮管的烧蚀。另外,与金属弹带相比,塑料弹带、弹托具有良好的耐磨性,对炮管的机械磨损较小,并且嵌入膛线压力和初次反作用及滑动摩擦系数较小。塑料弹带、弹托与膛线的相互作用力及其摩擦而产生的炮管温度低,减轻了炮管的磨损。因此塑料弹带、弹托可减轻炮管的烧蚀、磨损和疲劳,从而延长了炮管的使用寿命。据国内外有关资料介绍,与铜弹带相比,塑料弹带、弹托可使炮管膛线使用寿命提高2倍左右。

3.5 节省铜材,降低材料的制造成本

塑料弹带、弹托的应用大量节约了我国本来就非常稀缺且价格昂贵的电解铜材。近年来,随着我国化学工业的迅速发展,各种高性能、低成本的工程塑料不断涌现,加之塑料弹带、弹托加工工艺简便易行,可一次加工成型,化学粘结或物理机械固定装配在弹丸上,从而减少了机械加工工序,节省了加工费用。

4 塑料弹带、弹托、闭气环的发展

近年来,随着现代化武器装备技术性能要求的不断提高和化学工业的不断发展,以及炮弹设计者们对工程塑料材料认识的逐步深入,塑料弹带、塑料弹托、塑料闭气环等以其特有的功能特征得以广泛应用于各种类型的不同口径的炮弹上,特别是在各种不同口径的脱壳穿甲弹和迫击炮弹上应用

甚广。20 世纪 70 年代以来,研制并装备部队的线膛炮和滑膛炮发射的旋转稳定和尾翼稳定的脱壳穿甲弹及迫击炮弹,几乎全部应用了塑料弹带、塑料弹托和塑料闭气环,使得脱壳穿甲弹和迫击炮弹的关键技术性能有了突破性发展,为我国常规武器装备做出了卓越贡献。

5 结语

根据不同产品的性能要求,我国已成功研制了一系列塑料弹带、弹托用新型改性高分子材料和先进的成型工艺技术,但由于我国在塑料弹带方面的研究起步较晚,对材料改性配方优化设计技术、整体结构优化设计技术、理论分析设计技术、复杂的受力状态分析技术及材料系列化技术仍需进一步开展规范化和系统性的研究工作,不断提高总体设计研

究的技术能力。随着工程塑料材料优质品种的不断增多,材料性能的不断改进,以及材料改性技术能力的不断增强,塑料弹带、塑料弹托、塑料闭气环的应用范围将会更加广泛,发展速度也将会越来越快。

参考文献

[1] 史永高. 塑料弹带设计与研究[C] // 第三届破甲弹经验交流论文集. 北京: [出版者不详], 1976.
[2] 史永高. 弹箭技术, 1988(2): 14 - 19.
[3] 史永高, 等. 塑料弹带减小发射过程中起始扰动研究[C] // 中国兵工学会应用力学第八次学术年会论文集. 北京: [出版者不详], 1994.
[4] 刘宪平. 弹箭技术, 1984(2): 10 - 15.

ADVANCE IN APPLICATION OF PLASTIC BELT AND PLASTIC SABOT

Wang Shulun

Zhang Yuzhai

(Nanjing Military Representative Office in Jinan, Jinan 250031, China) (CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

ABSTRACT The development status of plastic belt and plastic sabot at home and abroad, as well as their classification and application mechanism were introduced. The application and development direction of plastic belt and plastic sabot in armor-piercing projectile, high explosive projectile, high explosive anti-tank projectile and mortar projectile, etc. were presented.

KEYWORDS plastic belt, plastic sabot, plastic obturating ring, engineering plastics, slided, fixed, application, advance

日本采用沙伯回收 PET 树脂制造塑料筷子

目前,日本的办公楼餐厅、学校及其它就餐场每天有几百万双一次性木制筷子被丢弃。三信化工株式会社作为日本领先的专业餐具制造商之一,正在使用沙伯基础创新塑料所研制的高性能 Valox iQ 420HP 树脂制造能节省资源、重复使用、并可回收利用的环保筷子。这种塑料筷子不仅可以节省自然资源,而且每千克用于制造塑料筷子的树脂材料要用去多达 0.87 kg 废旧聚对苯二甲酸乙二酯(PET)瓶子,从而减少 PET 瓶子的填埋数量。这些筷子可制成各种鲜艳的颜

色,且比易于开裂的木筷表面光滑。据沙伯基础创新塑料日本分公司总裁 Takashi Hata 介绍,“这一最新系列的塑料筷子可使日本的垃圾焚化厂每天减少处理 6 850 万双(274 t)废弃筷子,并且每年可使被填埋的 PET 减少 250 万 t,从而帮助日本进一步推行其环保计划”。

由于 Valox iQ 420HP 树脂具有高性能及免着色功能,因此这种塑料筷子可使用自动洗碗机进行清洗,并且可重复使用多达 1 000 次,这些都是一次性木制筷子所无法比拟的。

(工程塑料网)

北京星贝达化工材料有限公司

(重庆、上海、广州也设仓库,供现货)

最新推出“聚丙烯膨胀型无卤阻燃剂 ST - Expandflame - 100A”,产品具有如下优点:

- 1. 良好的相容性: 与 PP、PE、EVA 等聚烯烃有良好的相容性,不迁移,不析出;耐水性强,成品可以通过 UL 的 70℃ × 168 h 浸水试验;其阻燃聚烯烃的机械性能好。
- 2. 优异的阻燃性能: 以 ST - Expandflame - 100A 阻燃的 PP 不融滴,可以通过 UL94 - V0 (0.75 mm);不存在与光稳定剂的对抗效应。
- 3. 良好的耐老化性: 可满足高于 200℃ 的 PP 加工要求,并改善 PP 的加工流动性;可多次加工。
- 4. 绿色环保: 阻燃制品密度小(阻燃 UL94 - V0 PP 的密度小于 1.1 g/cm³),遇火时发烟量低,毒性很低(不会有卤化氢气体放出),完全符合各国环保要求。

北京: 上地信息路 1 号国际科技创业园 1 号楼 802 室 电话: 010 - 82895069 82895072
重庆: 西部塑料原料市场 A 区 8 号 电话: 023 - 65250828 65258828 传真: 023 - 65264671
上海湖盟公司: 021 - 62164991 51272622 广州: 020 - 82309869 82308865