功能高分子材料在军用包装中的应用

张恒翔，蔡 建，邱莎莎
（中国兵器工业第五九研究所，重庆 400039）

摘要：阐述了功能高分子材料对武器装备防护包装的重要作用，简要介绍了功能高分子材料的主要种类及其特点，列举了在军用包装中应用较为普遍的几种功能高分子材料，分析了功能高分子材料在军用包装领域应用的发展趋势。

关键词：功能；高分子材料；军用包装
中图分类号：TB484；E92 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-3563(2011)23-0060-03

Application of Functional High Molecular Material in Military Packaging

ZHANG Heng-xiang，*CAI Jian*，*QIU Sha-sha*
（No.59 Research Institute of China Ordnance Industry，Chongqing 400039，China）

Abstract：The important function of functional high molecular material for ordnance packaging was elaborated. The species and feature of functional high molecular material were introduced. Some functional high molecular materials usually applied in military packaging were listed. Development trend of the application of functional high molecular material in military packaging was analyzed.

Key words：function；high molecular material；military packaging

高技术现代化战争大大提高了武器的对抗性，未来的智能武器、隐形武器、电子战争武器、光学武器等诸多先进武器装备的设防，使功能性材料在军用领域得到了重用。纵观国外军工实力强大国家的高新技术计划中涉及航空、航天、兵器、电子等类别的先进技术，都会涉及到先进制造技术和信息技术的功能性材料的研究开发，并提出将这些技术成功转化为工程应用的要求。

高分子材料作为材料中的一大类别，在功能性领域的研究也取得了较大的成果。目前国外已研制出许多功能高分子材料，如导电材料、隐身材料、吸附材料、光活性材料等[1]，对武器装备及其防护包装的现代化发展起到了重要作用。

1 功能高分子材料种类及特点

随着人们在生产和生活方面对具有新型功能的聚合材料的需求及科技水平的进步，近年来开发出了众多有着特殊功能的高分子材料，其性能和特征都大大超出了原有的常规高分子材料的范畴，这种具有特殊化学或物理功能特性的高分子材料通常被称为功能高分子材料。

功能高分子材料与常规高分子材料相比，常表现出与众不同的性质，比如大多数高分子材料是化学惰性的，而功能高分子材料之一的高分子试剂的反应活性却相当高；常规聚合物是电绝缘体，而导电聚合物却可以作为电子导电或离子导电材料。正是功能高分子材料这些独特的功能引起了人们的广泛重视，成为当前材料领域研究的热点。

近年来研发出的功能性高分子材料主要包括以下几个种类[2]：反应型功能高分子；导电高分子材料；电活性高分子材料；光活性高分子材料；高分子功能膜材料；高分子液晶材料；吸附性高分子材料；医用和药用功能高分子材料；其它类材料。

2 功能高分子材料在军用包装中的应用

2.1 导电功能高分子材料

武器装备的静电敏感程度越来越高，在生产、运输、储存、使用过程中，由于摩擦、撞击、接触、分离等

收稿日期：2011-07-08
作者简介：张恒翔（1987－），男，重庆人，中国兵器工业第五九研究所助理工程师，主要从事兵器装备防护包装研究。

产生的静电积累并放电，导致武器系统失去战斗力甚至出现毁灭性破坏，造成了不可估量的损失。导电高分子材料的开发与应用对于确保武器装备的运输、储存安全具有重要作用。

导电高分子材料根据材料的组成可以分为复合型和本征型两大类。复合型导电高分子材料是以普通高分子结构材料为基体，加入具有导电性能的材料，如碳或金属，通过分散、层和、梯度复合、表面镀层等方式复合构成，其导电作用主要通过导电材料来完成。本征型导电高分子材料其高分子本身具有传输电荷的能力，主要包括 3 种传输形式：自由电子导电、聚合物分子迁移的离子导电、氧化还原反应的电子转移导电。

在军用包装中，导电材料的应用非常广泛。导电塑料、导电纤维、导电涂料等，这些材料在具备良好的机械力学性能的同时，其导电技术指标可调。兵器 59 所在某型导弹包装箱上采用防静电缓冲泡沫，通过在聚乙烯中添加碳黑粉末复合而成，其表面电阻率 $\leqslant 1\times10^{8}\ \Omega$；兵器 59 所在某型导弹贮运发射箱上，由于其独特的结构设计，在箱体内外表面均喷涂导电涂料，零部件连接粘接处使用导电胶，使箱体两端导通电阻仅为 0.3 Ω。

2.2　耐光老化功能高分子材料

众所周知，不管是民用包装还是军用包装领域，都大量的应用了高分子材料，高分子材料在加工、储存和使用的过程中，因受到光、热、水分及氧化剂等因素的影响，性能会逐步变坏，以致失去使用价值，这种过程称为“老化”，如果影响因素只包括可见光和紫外光及氧气，这种过程称为“光老化”。

我国是一个地形结构复杂多样的国家，而高山海洋地形占据了绝大部分领土面积，这些地形的气候非常明显的特点之一就是光照强烈，严峻考验我军包装产品的环境适应性。所以有效地提高高分子材料的抗光老化性能对推动军品包装的发展具有重大意义。

大型弹箭、反坦克导弹、多用途导弹等武器装备的防护包装容器主体材料均大量应用玻璃钢。该材料比强度高、成型工艺简单，但不饱和树脂（UP）的耐老化性能较差，长时间后会导致玻璃钢出现玻璃纤维剥离、机械强度下降，无法满足武器装备长期贮存的可靠性要求。对此，天津合成材料研究所对此作了一定的研究[3]：添加光稳定剂对不饱和聚酯进行改性，通过材料黄变指数、机械强度、透光率等几个方面的试验，研究出了提高不饱和聚酯树脂的多种改性方法。如常用的添加二苯甲酮改性不饱和树脂，经过 6 000 h 的老化试验，不饱和聚酯的黄度指数小于 30，机械强度仅降低 2%。

2.3　吸湿功能高分子材料

空气潮湿是引起物品腐蚀的重要因素。潮湿对工业产品及其它物品的危害主要表现为使金属物品发生电化学腐蚀，使非金属物品发生潮解或霉变。实践表明，有效地控制包装容器和储存环境的相对湿度对防止产品遭受腐蚀、提高储存可靠性具有重大作用。

现有的包装容器内部环境的控制采用静态除湿法，即在密闭容器内放置一定数量的干燥剂，吸附空间内的水分，达到控制相对湿度的目的。能吸附水分的材料很多，但不一定都能作为包装用的干燥剂，包装工程中采用的干燥剂应具备以下条件[4]：具有较高的吸附能力；具有化学稳定性；有一定机械强度；可反复使用。

目前军用包装常用的干燥剂有硅胶、分子筛两大类。但在较大型武器装备的防护包装中，包装轻量化一直是军用包装的追求，干燥剂就得具有更强的吸附能力，以较少用量满足使用要求，实现轻量化。

高分子材料分子中具有强亲水性基团；树脂本身的交联型结构，使其不被水溶解；较高的分子质量，使机械强度高，吸水能力也提高；含有较高浓度的离子型基团，形成渗透压，使空气中的水分具有向体系内扩散的趋势。这些独特的结构特征相互发挥作用，使树脂具备很强的吸湿能力。

吸湿高分子材料具有超强吸湿能力，吸水超过自身质量数十倍甚至上百倍，同时又具备机械强度和化学稳定性，是一种重要的功能性高分子材料。早在 1974 年美国农业部的研究人员就研制出了高吸水性高分子材料，我国从 2000 年左右才开始进行深入研究，目前在这个领域也取得了一批科研成果[5]，例如长春应用化学研究所研发的某种有机高吸湿型树脂，已经应用到某型便携导弹包装箱上，并在军用包装上将会得到广泛的应用，其在相对湿度 30%条件下吸湿率约为 45%，而细孔球形硅胶只有 20%左右。

2.4　阻燃功能高分子材料

近几年来，高分子阻燃剂的诞生大大提高了武器装备防护包装的综合性能，推动了军用包装行业的发展。由于一些高精尖武器的本身具有战略性价值，对军用包装的综合防护性能要求更加苛刻，阻燃性的技术指标要求也随之出现。

现行大部分的包装容器所用材料都有应用高分

子材料,大部分都属易燃物质,如果出现意外,将会造成无法估量的损失。聚合物的燃烧过程见图1。

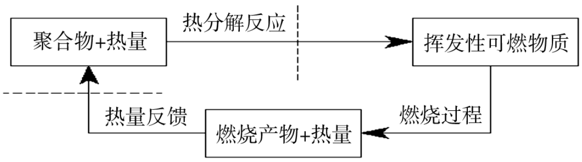

图1 聚合物燃烧过程示意图

Fig.1 Sketch map of the burning process of polymers

聚合物的燃烧为一个循环的过程,只要阻断其中任一阶段的变化就能阻止燃烧的延续,如图1中虚线处。聚合物加入阻燃剂后主要从以下几个方面发挥作用:碳化隔热;热交联反应阻燃;吸热降温;自由基捕获。对能够产生上述效应的材料与聚合物合成进行研究发现,经过高分子化的阻燃剂稳定性与相容性好,适合于要求较高的用途。兵器59所在某型火箭弹的塑料包装箱研制中,采用改性PS作箱体材料,通过三氧化二锑等阻燃剂与PS主料共混改性,再注塑成型,使包装箱具有阻燃性而又不影响机械强度。

高分子阻燃剂的加入,或高分子阻燃增强纤维的应用,提高了军用包装的使用效能。

2.5 隐身功能高分子材料

军用包装从开始只具备储存防护的功能发展到后来的能满足运输、快速保障的功能,而军事科技的发展让这些包装产品已不能适应现代化快速作战的需求,同时具备作战使用功能的包装产品应运而生,如储存、运输、发射一体化的发射筒。包装的发展已不再是仅作为一个保护容器,作为部队后勤保障体系中的分支,还要具备直接战斗或辅助攻击的能力,担任前线攻击的任务。这样的多样化转变使包装不仅要满足对武器的保护,还拥有自我保护能力。

隐身技术是当今世界三大尖端军事技术之一,隐身技术在军用包装上的运用是很罕有的,随着包装作用的凸显,让军用包装也具有隐身作战能力和防御能力已不再是一个幻想。兵器59所将发射箱与发射密封膜进行高性能隐身处理,提高了内装高价值导弹的作战隐秘性。

目前用于隐身包装的材料主要有雷达隐身材料、红外隐身材料、电子隐身材料、可见光隐身材料和声波隐身材料等几大类,分别有涂料型、贴片型和结构型等几种形式[6]。通过在高分子涂料基体中添加吸波、吸红外助剂,对配方和成型工艺进行优化,使常规高分子材料变成具有红外和雷达隐身功能的高分子材料。

3 功能高分子材料在军用包装中的发展趋势

功能高分子材料种类繁多,但除了上述的功能高分子在军用包装上应用的例子外,其它应用还比较罕见,主要原因有2个方面。

1)多数功能高分子材料本身还处于发展阶段,其性能的可靠性还需验证。

2)军用包装在管理制度、条件保障、人才培养等相关领域的发展相对落后。

目前从材料发展看,从单一材料向各种材料之间“各取所长”的复合化、功能材料和结构材料整体化、材料加工设备智能化的趋势,从以前的被动选材逐步转变为主动优化设计材料,需要建立在扎实的科学技术知识上,并以实际工程应用成果为先导,提升武器装备与防护包装的使用可靠性。

现代军事战争条件下,部队需要具备快速反应能力,加速武器装备防护包装的发展对部队尽快实现现代化起着很大的促进作用。为此,需要加强对军用包装的改革与创新,大力探索新型发展模式,着力人才队伍建设,使军用包装行业蓬勃发展,加快部队实现现代化转型的进程。

总之,瞄准功能高分子材料的研究趋势,注重对军用包装行业的发展,功能高分子材料的发展与军用包装的发展相辅相成,对武器装备的现代化进程具有积极的作用。

参考文献:

[1] 张振英.功能高分子材料在武器上的应用研究[J].国外塑料,1996,52(2):42-48.

[2] 赵文元,王亦军.功能高分子材料化学[M].北京:化学工业出版社,2003.

[3] 王玉民,王红梅,丁著明.提高不饱和聚酯树脂光稳定性的研究进展[J].甘肃石油和化工,2010(1):12-17.

[4] 张学金,王一临.实用包装技术[M].北京:国防工业出版社,1993.

[5] 高分子材料信息与动态[J].塑料老化与应用,2001(4):48.

[6] 蔡建,胡秉飞,赵耀辉.基于适应高原环境的武器装备防护包装设计方法探讨[J].包装工程,2009,30(10):54-58.