

论坛与资讯

弹药包装储运一体化研究

黄强, 康冰冰, 卞光荣, 刘涛, 张迪

(空军勤务学院, 徐州 221000)

摘要:目的 提高弹药包装的防护性能和机动性。方法 通过实地考察、研究文献,分析了弹药运输储存中的物流特点、环境特点和弹药包装的发展状况。结果 从弹药包装、托盘、集装箱等3个层次研究其尺寸、材料及相应的防护措施,并提出了2种储运一体化组合包装方案。结论 弹药包装综合了储存与运输的功能,进一步促进弹药包装往通用性、防护性、机动性的方向发展。

关键词: 弹药包装; 储存; 运输; 一体化

中图分类号: TB485.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2016)01-0158-06

PIntegration between Storage and Transportation of Ammunition Packaging

HUANG Qiang, KANG Bing-bing, BIAN Guang-rong, LIU Tao, ZHANG Di

(Air Force Logistics College, Xuzhou 221000, China)

ABSTRACT: The study aimed to improve protective ability and flexible ability of ammunition packaging. Through field visit and literature research, the logistics feature and the environment feature of ammunition's store and transportation as well as development of ammunition packaging were analyzed. From the three aspects of ammunition packaging, tray and container, their sizes, materials and the corresponding protective measures were studied, and two kinds of integration schemes of storage and transportation were put forward. Integration of the functions of storage and transportation further improved the performance of the ammunition packaging in the direction of generality, protective and mobility.

KEY WORDS: ammunition packaging; storage; transportation; integration

弹药质量与部队战斗力息息相关,由于弹药包装的性能和防护措施不够理想,导致弹药在储存和运输保障中费时费力,且包装对弹药的防护能力不够理想,可能造成弹药质量下降过快、储存寿命缩短等不良后果。为了提高部队战斗力,确保部队“能打仗、打胜仗”,必须对弹药包装进行系统的研究并加以改进。

1 弹药存储运输现状

我军弹药种类多、数量大、弹型各异,致使包装尺寸差异很大,使得包装通用性比较差,且对包装的研究不够深入,对弹药的保护作用也十分有限。在弹药

运输存储中的问题突出表现在:装卸中,由于作业空间狭窄,叉车、行吊等机械装备不能完全发挥其作用,尤其是装卸大口径弹药时,耗费人力大,效率低下;弹药运输要求横装,使得按运输要求堆垛后部分空间不能利用,有的甚至只差几厘米而导致相当多的空间无法利用;运输过程中弹药易遭受自然环境和振动的影响;越先进的弹药对环境要求越高,现有弹药存储条件差异大,有的存储条件比较恶劣,若是在野战条件下存储会直接受到自然环境的影响;我军弹药在托盘化包装有了很大进步,但在装卸运输中仍不能做到完全机械化作业。这些都表明现役弹药包装不能完全满足弹药存储运输的需求,随着制导弹药所占的比例

收稿日期: 2015-04-04

作者简介: 黄强(1961—),男,山东沂水人,空军勤务学院教授,主要研究方向为航空弹药及保障。

越来越高,怎样设计包装,使弹药有一个更好的存储、运输环境迫在眉睫。

2 现役弹药包装分析

在弹药使用之前,包装作为弹药的有机组成部分在整个保障流程中起着至关重要的作用,它连接着保障力量与弹药。在存储、运输、装卸中各种机械设备、运输设备等保障力量也直接作用在包装上,包装的功能直接影响到弹药的保障效率。此外,包装还是弹药与外界环境之间的隔离屏障,可抵御各种危害因素对弹药的侵袭,与库存弹药的质量和安全性密不可分。

2.1 物流特点

弹药的运输以地面运输(主要是铁路运输和公路运输)为主,以水路运输和航空运输为辅,铁路运输以棚车为主,公路运输采用轮式汽车为主,装卸设备主要有叉车、吊车等。虽然部分弹药实现了托盘化包装,但是弹药依旧以单箱包装为主,其物流主要特点是^[1]:单箱包装弹药在装卸中十分繁琐,机械装备使用条件有限,不但耗费人力,而且弹药装卸效率较低;弹药包装尺寸和运输工具标准化程度低,适配性较差,使得部分装载空间不能使用,再加上现在使用的包装以铁质和木质为主,使得包装比较笨重,导致弹药运输效能偏低,造成不同程度的弹药运力浪费;由于弹药运输和装卸中存在不同程度的振动,而弹药包装的减震能力有限,这在一定程度上也给弹药的质量和安全性带来了不利的影响。

弹药在运输、储存中会受多种环境条件的影响,如温度、湿度、振动、冲击、霉菌、雷电、静电、雨雪、沙尘、辐射、太阳直射、腐蚀气体等^[2],尤其在运输途中和野战条件或恶劣储存条件下对弹药影响危害较大。其中振动一直伴随弹药装卸和运输的整个过程,运输时紧急刹车等可导致冲击,因而火车装载时一般要求弹药采取横装方式,以免发生意外;霉菌可导致包装发霉,造成木制包装箱破损;温湿度过高可导致弹药元件加速失效,湿度过低会增加静电起电率;静电放电不仅有可能烧毁弹药中的电子元器件而使弹药失效,而且有可能导致弹药的电点火装置意外发火,甚至引起火灾或爆炸^[3-5]。

2.2 现役弹药包装特点

目前,现役的弹药包装所选用的材料、包装方式、

标准等千差万别,主要特点^[1]:包装材料除少部分采用塑料外,仍以木制和铁制为主,其中木制约占85%;以单体包装为主,兼具存储和运输功能;弹药包装标准化程度低,特别是同口径弹药的包装在材料选取、尺寸等方面千差万别,造成弹药存储运输不便;部分弹药实现了托盘化包装,但使用率较低,适用弹种有限,大口径弹药无法采用托盘化包装;木质包装不耐腐蚀,尤其储存条件恶劣时,还易发生变形、虫蛀;铁质包装虽然强度大,但是容易锈蚀,大部分的包装密封性比较弱,防护能力有限;内衬缓冲材料多为成本低廉、易摩擦产生静电的泡沫;现役弹药包装的防湿控温能力比较薄弱,对库房等储存设施的依赖性较大,难以满足野战条件下的储存要求;尽管部分弹药包装具有一定的防震能力,但从整体上看,弹药包装的抗震防震能力相对较弱;除部分弹药器材外,弹药包装基本不具备抗静电能力,对静电的防护作用相对薄弱。

3 包装一体化设计方案

弹药包装储运一体化的基本思路是构建具有通用性的弹药包装结构,其中包含若干个包装层,使之既能满足弹药的运输要求,又能提供一个适宜弹药储存的环境,具有装卸快速、保护弹药不受环境侵害等作用,以达到提高弹药装卸效率、满足野外储存、保证弹药质量等目的。在弹药包装设计时应全面考虑弹药包装的结构、材料、尺寸及相应的运输装卸工具。

3.1 弹药包装标准化

由于弹药型号众多,生产厂家各异,目前弹药包装没有统一的标准。弹药包装标准化应从包装箱尺寸和材料选用两方面着手。

3.1.1 包装尺寸系列化

弹药的尺寸千差万别,目前还没有相应的军标对其加以规范。我军弹药涉及三军,种类繁多,且新型弹药不断装备部队,弹药包装尺寸系列化^[7]涉及面广,需要考虑到集装后的尺寸、运输方式、运输工具尺寸等多个因素,是一个庞大的复杂系统,需要协调各方进行系统研究。包装尺寸系列化可考虑将弹药包装分为:将子弹和小尺寸的炮弹等需要携行的弹药包装设计为同一尺寸,包装箱不宜过大,能够适合人力搬运;将中大口径炮弹,与口径相近的弹药等分为一类包装,适合机械化作业;将细长类弹药分为一类,这种包装的长宽比相对较大;对口径较大的炸弹、导弹等采用单体包装方式;这类弹药在口径、长度上差别较

大,难以做到包装尺寸相同,但是在设计时应考虑到同类包装箱之间的集装问题;对于不与弹药一起存放的零部件,采取单独包装方式,由于零部件尺寸一般不大,这类包装的尺寸也不宜过大,以方便装卸运输。

根据包装箱内弹药的数量,弹药包装可以分为组合包装和单体包装。采用组合包装的弹药一般为枪弹、炮弹等口径偏小或适中的弹药,这类包装的尺寸可控性较大,可以通过调整箱内弹药数量、摆放位置等使包装箱尺寸统一。使用单体包装的弹药其配件通常与弹药一起存放,不同弹种的包装难以做到包装尺寸相同,但对于不同厂家、批次的同一弹药,应使包装箱尺寸一致。

3.1.2 包装材料防护化

现役的钢制、木质包装不能完全满足保护弹药的要求,借鉴外军的经验,根据我国材料的发展情况选取了几种适用性比较好的材料^[8-9],根据弹药对包装的不同需求选择相应的材料。

1) 塑料、玻璃钢及铝塑复合材料包装。塑料一般采用高密度的聚乙烯,它的价格不高、密封性较好、比重小、易加工、性质稳定。玻璃钢耐高温、耐腐蚀。铝塑复合材料由粘结剂、铝箔、阻燃增强塑料复合而成,耐腐蚀、防潮、阻燃性好、能够长时间使用。

2) 封套包装。封套由阻隔性软体材料、密封胶条或拉链、吸湿材料、湿度指示剂等组成,在外军中应用比较广泛,我军现役弹药的包装中有少量应用,它价格比较低、质量比较轻、可以重复使用,对恶劣储存条件或野战环境适用性强,但是机械强度低、防潮隔热性能不好。

3) 铁质密封盒(筒)。铁质密封盒(筒)强度高、密闭性好,有些可以反复使用,但是其比重大,适用于弹径比较小的炮弹、航空炮弹等。

4) 工程塑料。工程塑料性能比较优越,在多种弹药包装上均有应用,其防护能力和适应环境的能力比较强,主要特点:适应环境的能力强,耐化学品、细菌等的腐蚀性好,在 $-40\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度内使用性能良好,适合储存、运输条件不良的场所和野战使用;箱体可用计算机辅助设计,可设计的轻巧,便于储运作业;密封性好,工程材料的箱体淋雨2 h后,其内部的湿度基本不变;这种材料着火时,一旦离开火源就会自行熄灭,阻燃性较好;强度高,韧性好,在跌落实验中,常温下箱体满装从2 m高处以任意姿态自由落体无任何损伤,在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放置2 h后重复试验,结果相同。

除此之外,工程塑料重复加工后其性能下降率比较低,可重复使用5次以上^[8],总体成本比较低,环保特

性突出,可以做到废物利用。工程材料自身也存在缺点:电阻率很高,达到 $10^{12}\sim 10^{17}\text{ }\Omega/\text{m}$,易产生静电;基本不能阻隔电磁波;材料的摩擦因数小,易产生堆垛不稳和跌落,加固比较困难。

5) 缓冲材料。缓冲材料^[10-11]一般分为部分缓冲、全面缓冲、悬浮式缓冲等3种方式。部分缓冲是在弹药内包装局部或在拐角处使用缓冲材料;全面缓冲是将弹药与内包装的空间全部填充缓冲材料;悬浮式缓冲是先将弹药用柔软缓冲材料包裹,然后用帆布包紧,或者用弹簧挂在外包装箱使其悬浮。全面缓冲接触面积大,容易在摩擦中积累更多的静电;悬浮式缓冲应对冲击和摩擦的效果比较好,但是成本高;部分缓冲的效果与全面缓冲的防护效果相近,但其起电率和成本都比全面缓冲低。复合树脂或复合材料具有阻隔性好、不吸潮、成本相对较低等优点,可作为缓冲材料的首选对象。现用的缓冲材料以聚乙烯发泡塑料为主。

对于弹药而言,除选用综合性能好的材料外,还可以采用以下措施降低环境对弹药性能的影响^[8-12]:在弹药包装中充入氮气或惰性气体,可起到降低环境影响的强度、减缓弹药的质量下降速度等作用;在制导弹药包装箱上设置金属接地线,以及时将静电泄入大地,防止因静电积累产生危害;在包装中使用气相防锈材料,它能够挥发气态分子并附着在弹体表面,形成一层保护膜,使其不受腐蚀气体和水汽的危害(这类材料主要包括气相防锈油、气相防锈塑料薄膜、气相缓蚀剂、气相防锈纸等);在包装中使用适量干燥剂,既可避免弹药受湿气危害,又不至于因湿度过低而导致静电起电量增大;对于防静电要求较高的制导弹药,包装外可镀覆非晶态合金镀层,以有效屏蔽电磁和静电的影响(镀覆的方法简单,镀层稳定性好,金属化后的塑料不易产生变形,且阻抗低,接地效果好,能够有效地泄放静电);针对摩擦因数小的材料,在包装设计时可选用卡槽、挂钩或定位孔等设计元素,以便于包装箱之间相互定位。

3.2 集合包装

我军现役弹药中,使用托盘化包装形式的弹种不多,由于受多种因素的制约,集装化包装尚未全面推广。为提高弹药运输装卸效率,参照美军的集装化包装模式,可在原有弹药包装的基础上采用集合包装,即实现弹药托盘化包装和集装箱式包装。集合包装既可用于单一弹种,也可以按照作战要求并依据弹药共同存储的相关规定,将不同弹药按比例组装于一个

托盘或集装箱,便于实施套餐式保障。

3.2.1 集合包装的构成

3.2.1.1 托盘

托盘是一种活动的平台,主要有箱式托盘、平托盘、轮式托盘、立柱式托盘和特种专用托盘等。使用时将多个弹药包装箱组合在一个托盘上,并用钢带捆扎固定成一个包装单元,作为最基本的流动单元^[13-14],见图1。托盘式包装方式结构稳定,能够充分利用机械作业,节省人力,大大加快装卸速度,显著提高保障效率,为实现弹药集装箱化奠定基础。同时,托盘化包装不易变形、垮塌,能有效降低包装箱发生跌落的概率,提高库存弹药的安全性。

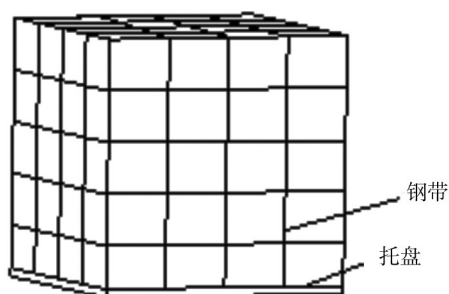


图1 托盘式捆扎包装

Fig.1 Pallet strapping packing

目前我军使用的托盘以钢制材料为主,使得托盘比较笨重,且易生锈。在民用领域,实木托盘和塑料托盘的使用量占99%,但是实木托盘不但需消耗大量木材,而且易遭受虫蛀鼠咬,使用寿命短,而塑料托盘则成本较高,因此可选用新式的以木材边角料和废弃塑料为主原料的木塑复合材料托盘。这种托盘质量较轻,成本低廉,承受静过载的能力与钢制托盘相当,但抗动过载能力低于钢制托盘。综合考虑多种因素,我军的弹药托盘可采用钢制和木塑复合材料两种材质,以满足不同条件下的需求。

3.2.1.2 集装箱

集装箱不仅可作为弹药运输的载体,还可作为野战条件下的仓库。按材料分集装箱主要有钢制、铝合金制、玻璃钢制等3种,按结构分集装箱可分为内柱式、外柱式、折叠式、固定式、薄壳式、预制骨架式等^[14]。铝合金的质量轻,使用寿命长,但造价昂贵;玻璃钢强度大、防腐隔热性能好,但具有吸水性、热膨胀特性;钢材虽然质量大,易腐蚀,但是其强度大、水密性好、造价低,性价比较高。

国家标准GB/T 1413—2008《系列1集装箱分类、尺寸和额定质量》中对集装箱的尺寸做出了明确的规

定,而有关弹药集装箱的国军标尚未颁布。军用集装箱的尺寸大小可依照国家标准执行,也可根据我军弹药装备的实际情况,设计专用的集装箱尺寸,为了使弹药用集装箱能够充分利用铁路、水路、航空等运输资源,集装箱的宽度应按照国家标准中2438 mm执行。部队装备军用运输车的车厢内宽度主要有2294, 2300, 2350, 2341 mm等4种,不能满足集装箱公路运输的要求。对于此类集装箱的运输,除组建必要的运输队伍,也可走军民融合之路,通过与具有相应资质的地方运输公司签约,交由地方相关单位承运。

弹药采用集装箱化包装可极大地减少弹药装卸和换乘的时间,使得不同运输方式之间的衔接更加顺畅,弹药保障更加方便快捷。同时,集装箱化包装还能够改善弹药的存储环境,提高弹药在野战条件下的生存能力,能更好地适应当今军事斗争环境提出的新要求和新挑战。

为更好地保护弹药,在集装箱上还可以采取以下防护措施^[14-15]:由于集装箱自身所具有的防电磁能力尚不能满足制导弹药的防电磁要求,需要进一步增强其防电磁能力,通过涂聚氨酯吸波材料、铁氧体吸波材料或覆盖无纺布吸波材料、EMC专业吸波材料等方法,可提高集装箱防电磁能力,以满足装载制导弹药的要求;集装箱密闭性比较好,能够较好地隔绝外界环境,但是保温能力较差,可以通过在集装箱内部加装保温材料,如挤塑板、棉纱、泡沫、酚醛树脂板等使包装箱内部温度保持在适宜范围内;在集装箱上设置接地线,以保证在勤务处理过程中所产生的静电及时泄入大地,避免静电对箱内弹药造成危害。此外,可考虑在集装箱上加涂军用迷彩,提高弹药集装箱在野外储存时的反侦察能力。

3.2.2 集合形式

考虑到我军库房情况差异大、部分库房面积偏小、吊车吨位不大等问题使得不能够直接存储集装箱,除对库房改造、吊运设备升级等措施外,还可以组合运用多种包装形式,见图2,将集装箱与托盘集合,降低对库房和吊车的依赖程度,现提出2种适合我军现状的集合形式。

1) 轮式托盘集装箱。集装箱采用一端有箱门,并在箱底安装与轮式托盘相适应的滑轨,既方便托盘滑动,又可在滑轨设置固定销对托盘加以固定。托盘一侧设置牵引装置,可通过人力或者牵引车从集装箱中取出或者放入,且每种集装箱对应一种型号的托盘,托盘的尺寸要适当小于集装箱内尺寸,且不同型号的托盘宽度相同。

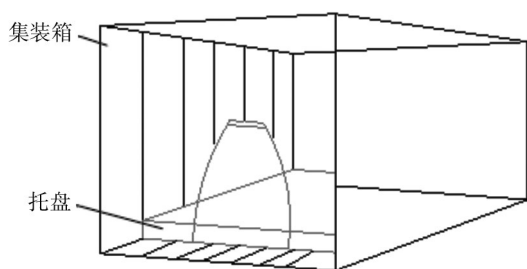


图2 托盘式集装箱

Fig.2 Tray-type container

2) 平托盘式集装箱。集装箱采用立柱式,并在端面和侧面设置箱门,方便机械作业。平托盘依据 GJB 183A—1999《军用平托盘基本尺寸和额定载质量》规定执行,其尺寸为 800 mm × 1200 mm,平托盘可通过叉车快速装卸,效率高。

该 2 种集合形式具有以下特点:可以在集装箱不能直接进库或者无吊装集装箱能力的情况下实现弹药的快速装卸,且集装箱可以由签约的地方承运公司或者临近铁路机构暂时保管;为防止托盘装载过多导致超过托盘的承载能力,兼顾充分利用集装箱的空间,可将集装箱分层使用,减少单个托盘的承载质量;集装箱和托盘可以重复利用,因此随着弹药的消耗,将多余的集装箱、托盘和有回收利用价值的弹药包装箱运至指定的后方军械仓库统一处理。

4 结语

作为储存和运输弹药的载体,弹药包装的作用十分重要,不断改进我军弹药包装,使之与我军弹药装备的发展相适应,是一项长期性的重要工作。未来我军弹药包装的发展主要集中在 4 个方面:寻求新型包装材料,在兼顾包装材料经济环保的同时,提高弹药抵御自然环境侵害的能力;修订相关包装标准,积极开展集装化包装所涉及的弹药内外包装尺寸规范研究,尽快制定有关弹药集装化的标准;加快网络技术的应用,在弹药包装上大力推广使用电子标签,从而不用开箱便可知箱内物品和数量等信息,推进弹药保障全程可视化工作;重视组合式包装的应用,依据武器系统的需求,将弹药按一定比例混合包装,以便于作战保障。经过长期的努力,我军的弹药包装将向灵巧化、标准化、规范化、集装化的方向不断迈进,并产生巨大的军事经济效益,为未来现代战争中“快速、精确、优质、足额”完成弹药保障任务打下坚实的基础。

参考文献:

- [1] 谢关友,李良春. 现行弹药包装对弹药保障的影响分析[J]. 包装工程,2008,29(4):151—152.
XIE Guan-you, LI Liang-chun. Analysis on Actual Ammunition Packaging on Ammunition Support[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4): 151—152.
- [2] 王付修,蔡军锋. 海军陆战旅岛屿作战弹药储运环境分析与防护设计[J]. 包装工程,2014,35(15):63—66.
WANG Fu-xiu, CAI Jun-feng. Environment Effect Analysis and Protection Design for Marine Brigade Ammunition Storage[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(15): 63—66.
- [3] SARRAF A, VAHDAT S F, BEHBAHANINIA A. Relative Humidity and Mean Monthly Temperature Forecasts in Ahwaz Station with ARIMA Model in Time Series Analysis[C]// Proceedings of International Conference on Environment and Industrial Innovation, 2011.
- [4] CHEN Lin, CHEN Qun, LI Zhen. Moisture Transfer Resistance Method for Liquid Desiccant Dehumidification Analysis and Optimization[J]. Chinese Science Bulletin, 2010 (14): 69—71.
- [5] WANG Xue-feng, LI Zhi-gang, WANG Xin-yang, et al. Multilayer Adsorption Mechanism of Coal Surface Adsorption to Three Oxygen Molecule[J]. Journal of Coal Science & Engineering, 2008(4):558—561.
- [6] GJB 145—1993, 防护包装规范[S].
GJB 145—1993, Protective Packaging Specification[S].
- [7] 金久荣,李京,葛强. 弹药包装系列化方案研究[J]. 包装工程,2004,25(2):71—73.
JIN Jiu-rong, LI Jing, GE Qiang. Discussion on Scheme of Ammunition Packaging Series[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2): 71—73.
- [8] 张勇,刘刚. 弹药包装材料的发展[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(6):63—65.
ZHANG Yong, LIU Gang. Development of Ammo Packaging Material[J]. Packaging and Food Machinery, 2009, 27(6): 63—65.
- [9] 蔡建,詹永富,胡秉飞. 复合材料密封包装容器干燥控湿设计研究[J]. 包装工程,2014,35(3):112—116.
CAI Jian, ZHAN Yong-fu, HU Bing-fei. Moisture-proof and Humidity-control Design of Sealed Composite Packages[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3): 112—116.
- [10] 何育朋,李东华,张慧. 层状泡沫缓冲系统优化设计[J]. 包装工程,2014,35(17):19—21.
HE Yu-peng, LI Dong-hua, ZHANG Hui. Optimization Design of Packaging Structure with Cushion Function[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17): 19—21.
- [11] GAO De, LU Fu-de, CHEN S J. Drop Impact Analysis of Cushioning System with an Elastic Critical Component of

- Cantilever Beam Type[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2013(37):1—5.
- [12] 张晓艺, 安振涛, 闫军, 等. 电磁屏蔽织物材料研究进展[J]. 包装工程, 2014, 35(3):102—106.
- ZHANG Xiao-yi, AN Zhen-tao, YAN Jun, et al. Research Progress of Electromagnetism Shielding Fabric[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3):102—106.
- [13] 张军, 梅仲豪. 基于物联网技术的物流包装及其应用研究[J]. 包装工程, 2014, 35(17):135—139.
- ZHANG Jun, MEI Zhong-hao. Logistics Packaging and Application Based on the Internet of Things Technology[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17):135—139.
- [14] 刘振华, 刘小平, 申晓辰. 论集装单元化包装的作用及对策[J]. 包装工程, 2014, 35(17):131—134.
- LIU Zhen-hua, LIU Xiao-ping, SHEN Xiao-chen. Discussion on Effects of Integrated and United Packaging and Counter-measures[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(17):131—134.
- [15] MIAO Hai-bin, REN Jun-dong, REN Xin-guang, et al. Corrosion of Vacuum Distillation Tower and Control[J]. Corrosion & Protection in Petrochemical Industry, 2009, 26(2):32—35.

(上接第110页)

- ric Determination of Micro Amounts of Chromium (VI) and Chromium (III) Using p-aminoacetophenone and Phloroglucinol in Different Samples[J]. Journal of Analytical Chemistry, 2010, 65(6):582—587.
- [9] 杨倩, 曹珣. 用连续流动分光光度法测定水中的六价铬[J]. 科技创新导报, 2010, 14:131—132.
- YANG Qian, CAO Xun. Spectrophotometry Using a Continuous Flow of Hexavalent Chromium in Water[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2010, 14:131—132.
- [10] 黄丽, 陈润秋, 杨敏. 连续流动分析法测定水质中六价铬的方法研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2004, 14(6):680—681.
- HUANG Li, CHEN Run-qiu, YANG Min. Determination of Hexavalent Chromium in Water by Air-segmented Continuous Flow-analysis[J]. Chinese Journal of Health Laboratory Technology, 2004, 14(6):680—681.
- [11] 牛增元, 叶曦雯, 王英杰, 等. 固相萃取柱脱色测定染色皮革中的六价铬[J]. 中国皮革, 2006, 35(11):35—38.
- NIU Zeng-yuan, YE Xi-wen, WANG Ying-jie, et al. Determination of Hexavalent Chromium Content in Dyed leather by Decoloration with Solid Phase Extraction[J]. China Leather, 2006, 35(11):35—38.
- [12] 张见立, 王全杰, 汤克勇. 活性炭吸附脱色——分光光度法测定深色革样中的六价铬[J]. 中国皮革, 2007, 36(11):43—45.
- ZHANG Jian-li, WANG Quan-jie, TANG Ke-yong. Cr(VI) Determination with Active Carbon Decoloring and Spectrophotometer in Deep colored Leather[J]. China Leather, 2007, 36(11):43—45.
- [13] Shona M S, Martin N. 高效液相色谱与电感耦合等离子体质谱联用测定矿泉水中的三价铬与六价铬[J]. 环境化学, 2009, 28(4):618—620.
- Shona M S, Martin N. Determination of Chromium (III) and Chromium (VI) in Water by High Performance Liquid Chromatography Combined with Inductivity Coupled Plasma Mass Spectrometry[J]. Environmental Chemistry, 2009, 28(4):618—620.
- [14] 朱敏, 林少美. 离子色谱-电感耦合等离子体质谱联用检测尿样中的三价铬和六价铬[J]. 浙江大学学报:理学版, 2007, 34(3):326—329.
- ZHU Min, LIN Shao-mei. Determination of Chromium (III) and Chromium (VI) in Urine by Ion Chromatography with Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry[J]. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 2007, 34(3):326—329.
- [15] 杨振宇, 郭德华, 杨克成, 等. 保健食品中的六价铬测定[J]. 质谱学报, 2008, 29(2):92—96.
- YANG Zhen-yu, GUO De-hua, YANG Ke-cheng, et al. Determination of Hexavalent Chromium in Health Foods[J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society, 2008, 29(2):92—96.
- [16] 王华建, 黎艳红, 丰伟悦, 等. 反相离子对色谱-电感耦合等离子体质谱联用技术测定水中痕量Cr(III)与Cr(VI)[J]. 分析化学, 2009, 9(3):433—436.
- WANG Hua-jian, LI Yan-hong, WEI Wei-yue, et al. Simultaneous Determination of Trace Cr(III) and Cr(VI) in Water Using Ion Pairing Reversed Phase Chromatography Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry[J]. Chinese Journal of Analytical Chemistry, 2009, 9(3):433—436.
- [17] SN/T 2210—2008, 保健食品中六价铬的测定离子色谱-电感耦合等离子体质谱法[S].
- SN/T 2210—2008, Determination of Hexavalent Chromium in Health Foods IC-ICP-MS Method [S].
- [18] YC/T 316—2009, 烟用接装纸和烟用接装纸原纸中砷、铅、镉、铬、镍、汞的测定 电感耦合等离子体质谱法[S].
- YC/T 316—2009, Determination of Arsenic, Lead, Cadmium, Chromium, Nickel, Mercury in Tipping Paper and Tipping Base Paper for Cigarette. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry[S].