

火炸药危险等级分级程序分析

俞统昌, 王晓峰, 王建灵

(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘 要: 根据国内外关于爆炸品危险等级的分级方法, 结合火炸药特别是当前高能固体推进剂研究的特点和国外推进剂的分级方法, 提出火炸药危险等级分级程序的建议, 按照这一程序, 对于炸药如不能定为1.5级或1.6级, 就定为1.1级, 而不应定为1.2级~1.4级, 火药则只能定成1.1级~1.4级。该程序具有针对性强、有严格的试验判断准则、可操作性强等特点, 可供进行危险等级分级研究及制订相应军用标准时参考。

关键词: 火炸药; 危险等级; 程序

中图分类号: TJ55; TQ564

文献标识码: A

文章编号: 1007-7812(2006)01-0010-04

Hazard Classification Procedures for Explosive and Propellant

YU Tong-chang, WANG Xiao-feng, WANG Jian-ling

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract According to the explosive hazard classification procedures at home and abroad, and consulting the research characteristic of propellant and explosive, especially in the high energy solid propellants currently and propellants classification procedures of abroad, a proposition on propellant and explosive hazard classification procedures is presented. In the light of this proposition, if explosive can not be assigned to 1.5 or 1.6 hazard divisions, it would be 1.1 type, but not 1.2 to 1.4 propellant, however must be assigned to divisions 1.1 to 1.4. The established procedures have better pertinence, strict estimation rules and good operations, and can also be referenced when carrying through studying of hazard classification and establishing military criterion.

Key words: propellant and explosive; hazard classification; procedure

引 言

火炸药在制造、运输、贮存和使用过程中常常因受到热、机械、冲击波等外界刺激而引发燃烧、爆炸事故, 造成人身伤亡、设备和建筑设施破坏的严重后果。为了防止意外事故的发生, 减少意外事故造成的损失, 一般要对火炸药的危险性进行分级, 以便针对不同的危险等级采取相应的安全对策。因此, 火炸药危险等级是确定新型火炸药的配方、工艺条件、防护措施、建筑物结构方式和安全距离的依据。目前, 我国没有火炸药分级程序的军用标准, 给工作造成了很大困难。本研究根据国内外文献资料及相关标准的分析, 对火炸药危险等级的分级程序提出初步意见供讨论。

1 国内外爆炸品危险等级分级概况

根据联合国危险货物运输专家委员会的决定, 联合国《危险货物运输建议书》将危险货物分为9类, 其中第1类为爆炸品。又将爆炸品分为6级(项), 其中1.1级为具有整体爆炸危险性的物质, 1.2级为具有抛射危险但无整体爆炸危险的物质, 1.3级为具有燃烧危险和较小爆炸危险或抛射危险而无整体爆炸危险的物质, 1.4级为无重大危险的爆炸物质, 1.5级为有整体爆炸危险但很不敏感的物质(VDS), 1.6级为极不敏感的爆轰性物质(EDS)。根据此分级法制定了分级程序、试验方法和判据^[1]。

长期以来, 美国采用海军军械实验室(NOL)的标准隔板试验对推进剂的危险等级进行分级。

收稿日期: 2005-09-05; 修回日期: 2005-12-05

作者简介: 俞统昌(1938-), 男, 研究员, 从事火炸药基础理论及测试技术研究。

1998年美国颁布的“国防部弹药和火炸药危险性分级方法”的暂行分级中,规定要进行隔板试验和雷管感度试验。对于不能进行第6组试验的固体推进剂火箭发动机要给予特别关注,并提出要进行标准隔板试验、EDS隔板试验和超大型隔板试验等一系列测定冲击波感度的试验方案。

美国国防部曾将火炸药类物质的危险性分成7级。其中第1、2级为具有着火危险而没有爆轰危险的物质,第7级为具有整体爆轰危险的物质,3、4、5、6级为具有破片、毒性或爆轰波的综合危险性物质。之后,美国国防部颁布了《弹药与火炸药安全标准》(DOD-6055.9-STD)将爆炸品分为4级,即整体爆轰(1.1级)、非整体爆轰但产生破片(1.2级)、整体燃烧(1.3级)、缓慢燃烧(1.4级)。1998年美国海、陆、空三军及国防部后勤局批准的联合技术通报《国防部弹药和火炸药危险性分类方法》(TB 700-2 NAV SEA NST 8020-8B TO 11A-1-47 DLAR 8220 1),将弹药和火炸药的危险性分为6级,其分级程序基本采用联合国的分类体系,并结合美国的国情作了修正和补充^[2]。

1965年政府间海事协商组织(MO)制定了《国际海上危险货物运输规则》(MDG CODE),其分类体系基本上采用了联合国的分类体系,并制定了一套认可程序。

1984年西安近代化学研究所开展了“爆炸品危险分类研究”课题的研究工作。1987年原机械委标准化所向西安近代化学研究所下达了编制部标准“爆炸品运输危险性分类及试验规范”的任务(后来改为制定国家标准)。西安近代化学研究所从联合国推荐的试验方法中选择建立了十余项既具有代表性又尽量和我国现有方法标准一致的试验方法,制定了一个较完整的试验体系,20世纪90年代通过了由交通部、冶金部、机电部、铁道部和总后军械部等单位专家组成的审查,制定了“危险货物运输爆炸品分级程序”^[3]和“危险货物运输爆炸品分级试验方法和判据”^[4]两项国家标准。标准将爆炸品危险等级分为6级,分级程序也采用了联合国的方法。

2 联合国爆炸品危险等级分级程序

联合国爆炸品的危险等级共分为6级,并提出了7组试验,其中1~4组确定被试物质是否属于准许运输的爆炸品,5~7组是定级试验,其分级程序见图1。

联合国规定的爆炸品危险等级分级程序虽然是目前国际上广泛采用的程序,但只是一个建议性质的文件,它仅提出一个基本的可以灵活变动的骨架。该程序是针对保障国际上危险货物运输安全而制定的,试验对象是运输过程中的爆炸品包装件,除弹药和火炸药外,还包括大量可能具有爆炸危险的化工原料、工业产品和日用品。考虑到的刺激也主要是运输过程的机械碰撞事故和火灾事故,而火炸药在制造、使用、贮存时遇到的刺激形式、刺激程度远比运输时复杂得多,如果将联合国的分级程序及试验方法原封不动地应用于火炸药在制造、贮存、运输、使用过程的危险性评估,将存在不少问题。

首先,从使用目的来说炸药是具有整体爆轰特性的物质,这类物质除属于很不敏感和极不敏感的爆轰性物质(1.5级和1.6级)外都可以用雷管引爆;在无强限制条件下燃烧时很容易发生整体爆轰。但事实上,很多炸药特别是含HM X的注装炸药和浇铸型PBX炸药既不能划入很不敏感和极不敏感的爆炸物,用雷管不能引起爆轰,只能通过传爆药才能用雷管引爆。另外,炸药在没有强限制条件下,即使是大量燃烧也不一定会转为爆轰。

早期的火药难以发生整体爆轰。但从20世纪60年代以来,为了提高固体推进剂的能量,在推进剂组分中加入高能炸药,其用量高达40%以上,导致固体推进剂的危险性增加,火药不能整体爆轰的观念已经不合适了^[5]。

按照联合国的分级程序,如果爆炸品不被认为是1.5级或1.6级,或者不能通过第5组试验和第7组试验,则应进行第6组试验。第6组试验包括单件试验、堆垛试验和外部火烧试验等3项试验。对于炸药,前两个试验用雷管引发,对于火药则用足以保证引燃的点火物质引发,如果发生整体爆轰就定为1.1级,如未发生整体爆轰就进行外部火烧试验,以确定1.2~1.4级。按照这一分级程序,不能被雷管引爆的炸药和火药都将定为1.2~1.4级,而事实上这些物质很多是具有整体爆轰特性的,如按危险等级1.2~1.4级进行处理,将难以保证在研究、制造、试验、运输、装卸、贮存及处理过程中的安全。

目前,我国对于固体推进剂的危险性没有进行系统研究,缺乏必要的试验数据,而且对军用火炸药没有要求必须进行危险性分级,也没有制定相关的国家军用标准,从而导致目前一些新型炸药和固体推进剂生产设施的建设和改造处于无法可依的状态。因此,迫切需要制定符合我国国情的火炸药危险等级的分级程序。

图1 爆炸品危险等级分级程序

Fig. 1 The hazard classification procedures of explosives

3 对火炸药危险等级分级程序的建议

3.1 火炸药危险等级分级程序

在对国内外有关文献资料及相关标准进行分析研究的基础上^[6],提出了火炸药危险等级分级程序的建议(见图2)。

按照提出的分级程序,对于待定级的爆炸品,首先确定是火药还是炸药(是否是以爆炸效应为使用目的的物质),如果是炸药则进行很不敏感的爆炸物(VDS)的3项评定试验;如果不能全部满足VDS3项试验的要求则定为1.1级;如果3个试验全部满足要求则定为1.5级。也可以再进行极不敏感的爆炸物(EDS)评定试验以确定能否定为1.6级。如果是火药(包括发射药和推进剂)则依次进行雷管感度试验、燃烧转爆轰试验和标准隔板试验;如果试验结果

产生爆轰则定为1.1级;如果不爆轰则进行外部火烧试验。根据是否整体爆轰、危险破片距离及热效应将危险等级定为1.1级、1.2级、1.3级和1.4级。

EDS评定试验包括EDS隔板试验、脆性试验、慢速烤燃试验和EDS外部火烧试验;VDS评定试验包括雷管感度试验、燃烧转爆轰试验和外部火烧试验。

3.2 火炸药危险等级分级程序的特点

(1) 将爆炸品分为炸药和火药两类,对于炸药的分级,如不属于1.5级和1.6级就定为1.1级。因为炸药能产生整体爆轰,区别仅在于其敏感程度不同,因而所要求的引爆方式和引爆能量大小不同,以避免将炸药误定为1.2~1.4级。

(2) 对于火药,规定先进行雷管感度试验、燃烧转爆轰试验和标准隔板试验,用这3项试验代替联合国规程中规定的单件试验和堆垛试验,联合国的

这两项试验只是用于测定试样在雷管(炸药)或黑火药引燃(火药)情况下是否发生爆轰, 试样是待运输的包装件, 试验药量大, 对试样的尺寸、质量、包装方式和试样的限制情况没有也不可能作出严格规定, 试验耗资大, 结果的随意性大, 重现性差。而本研究规定的3项试验是联合国规程推荐的试验[UN 编号为5(a), 5(b)和2(a)], 试验条件有严格规定, 有明

确的试验结果判断准则, 试验方法简单、经济、科学合理。

(3) 对于炸药, 凡定级为EDS的物质肯定应该满足VDS的要求, 为了简化, 定级时先作VDS试验, 如有一项不通过则定为1.1级, 如全部满足要求, 则定为1.5级。也可以再进行EDS试验, 如全部满足要求则定为1.6级, 而EDS试验不再列入VDS

图2 火炸药危险等级分级程序

Fig 2 The hazard classification procedures of explosives and propellants

中已经进行过的试验。

(4) 提出的VDS试验相当于联合国规定的第5组试验, 联合国的第5组试验为雷管感度试验, 燃烧转爆轰试验和外部火烧试验。本研究也采用这3项试验, 试验方法与联合国规定的方法相同, 包装则采用我国军标规定的火炸药包装件。

提出的EDS试验相当于联合国规定的第7组试验, 联合国的第7组试验包括雷管感度试验、EDS隔板试验、苏珊试验、枪弹撞击试验、外部火烧试验和慢速烤燃试验等6项。脆性试验(猎枪试验)是苏珊试验和枪弹撞击试验的代替试验, 在VDS中已经进行了雷管感度试验。因此, 在EDS评定试验中只进行EDS隔板试验、脆性试验、慢速烤燃和EDS外部火烧试验, 全部采用联合国规定的试验方法。

(5) 在联合国的分级程序中还有关于排除在第1类之外及定为1.4级配装组S的规定。当待分级物质点燃或引发时没有小的危险性, 同时这一物质又不是为产生实际爆炸或烟火效果而制定的, 则不是第1类。当点燃的危险很小, 同时包装或设计达到下述要求的物质或制品可定为S配装组: 其包装或结构能保证在贮存和运输过程中, 由偶然因素引起的任何危险效应, 都能被限制在包装件内, 即使在包装已被火烧坏的情况下, 爆炸波或破片效应也应限制在不严重妨碍或阻止在包装件附近救火或采取其他应急措施的范围。显然, 作为火炸药不可能出现上面讲的这两种情况。因此, 规定的分级程序不包括1.4级S配装组。

(下转第16页)

结果表明,低爆速膨化硝酸铵炸药的组分是相容的,其生产制备过程是比较安全可靠的。

2 药柱制备与爆炸性能

将低爆速膨化硝酸铵炸药装入塑料壳体内,然后进行封口、打码、包装后,即可得低爆速震源药柱,其主要爆炸性能见表 3。

表 3 低爆速震源药柱的爆炸性能

Table 3 Explosive properties of low detonation velocity seismic explosive columns

测定时间	$v / (m \cdot s^{-1})$	$P_1 / \%$	$P_2 / \%$	W / kg
生产日	2 545	100	100	6
贮存 180 d	2 505	100	100	6
贮存 360 d	2 489	100	100	6

由表 4 可知,低爆速震源药柱的爆炸性能优良,具有可靠的高低温起爆率(P_1)、抗水试验起爆率(P_2)和连续起爆量(W),贮存 1 a 后爆炸性能也是比较稳定的。

3 聚能效应在震源药柱中的应用

为提高图谱的分辨率,将聚能效应运用到震源药柱中,即分别在震源药柱的尾部增加一个聚能罩。试验表明,使用聚能罩后,提高了震源药柱爆炸后向

地下深处作用的能量,表现在各种环境下震源药柱起爆率的提高,在反射地震波的收集仪器上得到的反射波强度增加。

4 结 论

(1) 以自敏化改性膨化硝酸铵为氧化剂的低爆速膨化硝酸铵炸药,提高了低爆速炸药的爆轰感度和爆轰稳定性,同时也降低了炸药的临界直径,且其组分相容性好,生产制备过程安全。

(2) 低爆速膨化硝酸铵震源药柱具有稳定的爆炸性能和优良的安全性能,其爆速为 $2\ 200 \sim 2\ 500 m \cdot s^{-1}$,装药密度 $0.78 \sim 0.82 g \cdot cm^{-3}$,各种环境条件下的起爆率均达 100%。

参考文献

- [1] Richard L. F. Low detonation velocity explosive composition: U S, 4492 196 [P]. 1984
- [2] Krammer S. Explosive of Reduced Capacity Containing Siliceous Foam Particles: U S, 3895 978 [P]. 1975
- [3] 陈勇富. 低爆速炸药性能研究[J]. 爆炸与冲击, 1985 (2): 73-76
- [4] 陆明. 高威力震源药柱的配方研究[J]. 火炸药学报, 2004, 27(4): 6-9
- [5] 陆明, 吕春绪. 低爆速膨化硝酸铵炸药研究[J]. 爆破器材, 2002, 31(2): 5-8

(上接第 13 页)

4 结 论

根据当前火炸药技术发展的特点,在对国内外文献资料及相关标准进行分析研究基础上,提出了与联合国及国外先进国家规定接近但有所区别的火炸药危险等级分级程序,该程序具有针对性强、选定的试验方法有严格的试验结果判断准则、可操作性强、适合我国国情等特点,适于在国内推广使用。

参考文献:

- [1] ST/SG/AC 10/11/Rev4, 关于危险货物运输的建议书

[S], 1999

- [2] Joe I. B. H. Department of Defense Ammunition and Explosives Hazard Classification Procedures TB 700-2 NAVSEA NST 8020 8B TO 11A-1-47 DLAR 8220 1[M]. Washington: [s. n.], 1998
- [3] GB 14371-1993, 危险货物运输爆炸品分级程序[S]
- [4] GB 14372-1993, 危险货物运输爆炸品分级试验方法和判据[S]
- [5] 李上文, 赵凤起, 陈沛, 等. 固体推进剂危险性和钝感推进剂研究方法[C]. 2002 全国火炸药技术及钝感弹药学术研讨会论文集. 绵阳: 中国工程物理研究院化工材料研究所, 2002
- [6] 王晓峰, 王亲会, 王宁飞. 开展高能固体推进剂危险性分级研究的建议[J]. 火炸药学报, 2003, 26(1): 59-61.