

【产品开发与设计】

温度对野战弹药的作用效应与防护要求*

梁波^{1,2}, 易建政¹, 张晓倩¹, 李建华¹

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 72478 部队, 济南 250310)

摘要:介绍了在野战环境中太阳辐射和大气升温的原因;分析了环境温度对于弹药装药、高分子材料、电子元器件的作用效应;进行了野战弹药的温度测试试验,结果表明:当环境最高温度为32.9℃时,弹药箱内温度最高可达43.4℃,十分不利于弹药的储存,对试验数据建立回归模型进行分析,并通过回归方程预测出在环境最恶劣条件下,弹药箱内部温度可达到56.7℃;最后,提出了野战弹药的防热要求。

关键词:温度;野战弹药;分析;回归模型;防护

中图分类号:TJ410;E927 **文献标识码:**A

文章编号:1006-0707(2008)01-0104-03

弹药是武器装备系统对目标实施毁伤的有效载荷,是完成武器装备系统作战使命或作战任务的核心,也是战时消耗量最大的物资系统^[1]。

野战弹药是指为保障部队战备和作战训练需要,而进入野外阵地、坑道、战壕、野战弹药库(所)等场所储存和部队携行的弹药^[2]。大量的弹药、特别是普通包装的弹药,从储存条件优越的后方仓库进入恶劣的野战自然环境,其质量的可靠性必然要受到多方面的威胁和挑战。因此,对野战弹药的防护就显得至关重要,而防热就是其中的一项重要内容。

1 太阳辐射与大气温度

通常认为,热量是光能转化的直接产物,获得的太阳辐射多,热量多,环境温度高;获得的太阳辐射少,热量少,温度就低^[3]。野战条件下,环境温度主要受太阳辐射的影响。

1.1 地面吸收的太阳总辐射

到达地面的太阳总辐射(记为 Q)中总有一部分被地面反射回大气,称为地面短波反射辐射,简称地面反射辐射,其大小用地面反射率 A_k

表示,则地面吸收的太阳总辐射为:

$$Q' = Q(1 - A_k) \quad (1)$$

地面反射率的大小,主要取决于地表的特征及状态,如颜色、湿度和粗糙度等^[4]。

1.2 地面辐射和大气的升温

到达大气顶部的太阳辐射大约有50%可到达地表而被吸收。地面接受辐射能后,也向外作热辐射,由于地面的温度比太阳表面的温度低得多,所以地面辐射可看成是15℃的黑体辐射,其辐射主要集中在 $\lambda \approx 10 \mu\text{m}$ 数量级的红外波段^[5]。根据斯蒂芬-玻尔兹曼定律有:

$$E_b = \varepsilon \sigma T^4 \quad (2)$$

其中: E_b 为地面辐射能力; ε 为地面的黑度; σ 为斯蒂芬-玻尔兹曼常数; T 为地面温度。

从式(2)可看出,地面温度越高,地面辐射能力强。因白天吸收的太阳辐射总量大大超过了地面辐射所损失的能量,地面的温度升高,地面辐射能力增强。这时,大气中的水汽、二氧化碳等对地面长波辐射的吸收超过了其自身的热辐射,从而使气温升高。由此可见,近地面层大气温度的升高,主要决定于下垫面的温度。表1^[6]为几种下垫面对太阳辐射的吸收率。

* 收稿日期:2007-09-23

作者简介:梁波(1983—),男,江苏连云港人,硕士研究生,主要从事装备运用环境与防护技术研究。

表1 几种下垫面的吸收率

道路 (沥青)	混凝土	砖	石	土壤 (黑湿)	沙漠	草	水
0.8~0.95	0.65~0.9	0.6~0.8	0.65~0.8	0.6~0.95	0.55~0.8	0.74~0.84	0.9~0.97

2 温度对野战弹药的作用效应

影响弹药安全的环境因素很多,主要有温度、湿度、盐雾、腐蚀性气体、微生物、冲击、振动及电磁辐射等,其中温度是最重要的因素之一,也是野战弹药必然要经受考验的外界环境之一。据有关资料统计,在各种主要环境因素引起的地空导弹故障中,由温度引起的达到40%。温度对弹药的作用效应主要表现为以下几个方面。

2.1 装药的变质

温度的变化会引起硝酸铵炸药中硝酸铵晶型的改变而发生体积变化,相互挤压结块,使装药密度发生变化,结构均匀性变差,感度降低,起爆困难,甚至出现半爆或不爆。硝酸铵的吸湿点还会随着温度的升高而不断降低,使吸湿更加容易;当温度超过30℃时,发射药所含剩余溶剂、樟脑和水分挥发,硝化甘油渗出,影响化学安定性;装有黄磷弹的发烟弹、燃烧弹,如果温度超过44℃,黄磷会融化从弹口渗出而发生燃烧事故。

2.2 高分子材料的老化

我军的弹药品种繁多,且广泛地使用塑料、橡胶、纤维、涂料、粘合剂等高分子材料。这些材料在太阳辐射和热的作用下很容易发生降解和交联反应,其性能逐渐变坏,以致完全丧失使用价值。一些常见的高分子材料的敏感波长如表2所示。

另外,我国幅员辽阔,许多地区昼夜温差很大,这种冷热交替的作用对某些高分子材料的老化也会产生一定的影响。

表2 一些常见的高分子材料的敏感波长

材料	敏感波长/nm
聚碳酸酯 PC	280~305 及 330~360
聚乙烯 PE	300
聚氯乙烯 PVC	320
聚苯乙烯 PS	318
聚丙烯 PP	300
聚甲基丙烯酸甲酯 PMMA	290~315
聚酯 PET	325
ABS	300~310
聚氨酯 PU	350~415
尼龙 PA	290~315

2.3 电子元器件的失效

随着精确制导技术的迅猛发展,越来越多的电子产品被应用于各种制导弹药中。电子元器件的失效已成为现代野战弹药防护所面临的一个重要问题。电子产品大多是由金属和有机物组成,高温是降低电子及磁性元器件可靠性的一种应力方式。随着温度的上升,材料的化学、物理活性增大,导致产品的失效率增大。例如在均匀受热的情况下,会引起老化、绝缘损坏、氧化、气体膨胀、润滑剂的黏度下降、结构上的物理性断裂、电解质干枯等,这些都会导致产品性能退化,致使最后发生退化失效。

此外,在相对湿度较高时,温度对金属锈蚀的影响也比较显著,有研究表明:温度每升高10℃,金属的腐蚀速度呈1.692倍增长^[7]。温度还可以通过对湿度的影响来间接的给弹药质量造成不利的影响。

3 野战弹药温度测试试验

3.1 试验方法

选择一块干燥、平坦的地面作为试验场地,周围无高大建筑遮挡阳光。按相关标准,模拟弹药处于野外战备状态的情况进行堆垛,垛底铺设枕木,垛高1.5m,在垛顶弹药箱表面、内部分别布置数字温度计对其进行测温,并用水银温度计测试环境(空气)温度,每隔半小时记录一次数据。

3.2 试验结果分析

1) 变化规律。由图1可以看出,弹药箱内部空气温度与表面温度表现出较为一致的变化规律,且随着环境温度的变化而变化。温度的极大值都出现在13时至15时之间,箱外表面温度极大值为49.4℃,箱内空气温度极大值为43.4℃,两者相差6℃,且后者的出现滞后于前者,说明此时的热量传递是一个从箱表面向箱内的渐进过程,这也比较符合实际。同时可以看出,箱内空气温度极大值已超过弹药储存要求的温度上限13.4℃,说明此时箱内的温度环境已十分不利于弹药的储存,会加速弹药报废。

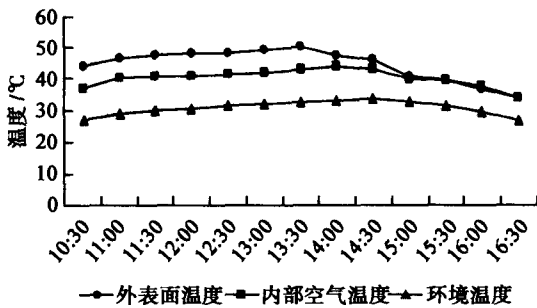


图1 野战弹药相关温度变化曲线

2) 回归分析. 我们只研究环境温度和弹药箱内空气温度之间的关系, 根据实际情况, 选取数学模型, 假设方程表达式为:

$$T = a \ln t + b$$

对试验数据进行回归处理可得:

$$a = 33.664, b = -75.006$$

故最后得出回归模型方程为:

$$T = 33.664 \ln t - 75.006 \quad (3)$$

其中: T 为弹药箱内空气温度; t 为环境温度.

根据式(3)可作出环境温度预测曲线(如图2), 为了预测弹药箱内部在最恶劣条件下的最高温度, 则要考虑弹药箱所处环境可能达到的最大温度. 当弹药处于野外战备状态时, 其极端环境温度可能达到 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[1], 将其代入式(3), 得出弹药箱内部最高温度值为 $T_{\max} = 56.7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

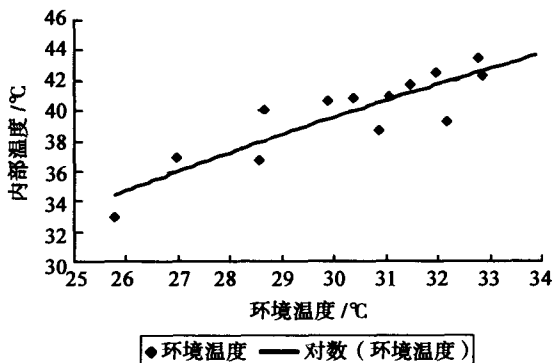


图2 弹药环境温度与预测曲线

4 野战弹药的防热要求

1) 弹药的整个寿命包括生产、包装、运输、储存和报废等几个阶段, 其中储存阶段时间最长. 野战弹药储存的温度环境恶劣, 且对于已出厂的弹药来说, 其结构和包装已定, 因此对野战

弹药的防热应主要立足于改善其野外储存条件.

2) 野战弹药的防热装置主要有盖布、伪装网、封套等, 通过综合比较, 封套更有利于野战弹药的防热. 但以往我军对于封套封存装置的研究主要侧重于防潮和伪装, 而野战弹药所处的温度环境也很恶劣, 因此, 以后应进一步加强封套隔热方面的研究.

3) 当采用封套存储弹药时, 要求白天外面温度高的时候, 封套应能防止热量向内部传递, 而夜晚温度低的时候, 内部的热量可以通过封套向外散出. 因此, 封套的设计不能采用基于热阻隔原理的材料(如泡沫、海绵等), 这样不利于散热.

现代高技术战争对弹药的数量、质量和安全保障都提出了很高的要求, 战时的弹药保障问题是关系到部队战斗力、生存力和保障力的重大问题.

过去我军主要侧重于对野战弹药的防潮和伪装研究, 而对其防热方面的研究进行的较少. 但温度也是影响野战弹药质量的一个主要因素, 因此, 进行野战弹药防热研究, 对于完善我军野战弹药防护体系, 提高野战防护技术水平, 具有重要的军事意义.

参考文献:

- [1] 罗天元, 吴波, 但渝霞. 弹药环境适应性设计器要考虑的几个问题[J]. 装备环境工程, 2007, 4(1): 62-66.
- [2] 易建政, 宣兆龙. 野战弹药防护技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
- [3] 桑建人, 刘玉兰, 林莉. 银川市太阳总辐射对气候变化的影响分析[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 421-425.
- [4] 柴红敏, 刘增进, 谷红梅. 太阳辐射、气温及土温关系探讨[J]. 华北水利水电学院学报, 2003, 24(3): 4-8.
- [5] 丁惠萍, 张社奇, 冯秀绒. 太阳辐射与温室效应[J]. 物理, 2003, 32(2): 94-97.
- [6] 王菲, 肖勇全. 太阳辐射对不同建筑群产生升温效果的探讨[J]. 山东建筑工程学院报, 2004, 19(1): 59-62.
- [7] 安振涛. 军械储存与环境控制[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1998.