

军品包装常用的湿度显示方法

陈愚, 李萍

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: 介绍了湿度常用表示方法和军品包装上常用的3种湿度显示方法,着重介绍了湿度显示卡在军品包装上的应用及其变色原理,简要分析了湿度显示卡在申请上的一些优缺点。通过对军品包装湿度控制的分析,以及其他2种湿度显示方法的工作原理和优缺点,提出了在军品包装上选用湿度显示方法时,应考虑因素的顺序。

关键词: 军品包装; 湿度; 湿度显示

中图分类号: TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)13-0001-03

Common Humidity Display Methods for Military Packaging

CHEN Yu, LI Ping

(No. 59 Research Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: Common humidity expressing methods and three kinds of humidity display methods for military packaging were introduced. The color changing principle of humidity display card and its application in military packaging was introduced emphatically. Advantages and disadvantages of humidity display card were analyzed. Based on analysis of military packaging humidity control, working principle and advantages and disadvantages of two other humidity display methods, the order of factor should be considered in humidity display methods selection for military packaging was put forward.

Key words: military packaging; humidity; humidity display

湿度是表示大(空)气干湿程度的物理量,它对地球生物圈、气象变化以及人类的各项活动有很大影响^[1]。湿度如果控制不好,会带来严重危害,如在军品包装中,武器弹药和一些电子元器件、精密光学部件等高端电子、仪器设备,就容易受到湿气的影响而导致弹药性能不可靠、产品锈蚀、灵敏度降低,甚至导致不可恢复的损坏。为避免这些产品受到湿气的侵蚀及损坏,一般会对这些产品采用防潮包装,即对其采用密封包装并辅以适量的硅胶、分子筛等干燥剂的方式对产品进行保护,这种防潮包装的效果主要取决于包装材料的阻隔性、干燥剂的性质和数量、包装内容物含湿量等^[2]。因此需要用湿度显示来监察密封包装内的湿度是否在规定范围之内,同时也能间接反映出密封包装内的干燥剂是否发挥了吸湿效果。

湿度的测量从原理上划分有二三十种之多,但湿度测量一直是世界计量领域中的难题之一。这一方

面是因为空气中水蒸气的含量少,另一方面是因为在水蒸气中湿敏材料所涉及到的物理和化学现象会受到许多条件的限制,其间会涉及到相当复杂的物理-化学理论分析和计算。密封包装中常用的湿度显示方法有:湿度显示卡、指针式湿度计和电子式湿度计。

1 湿度显示卡

1.1 湿度显示卡的应用

湿度是促使弹药变质的主要因素之一^[3-4],湿度显示可对一定密闭空间内的产品储存微环境湿度状态起到指示作用,是军用包装中实现湿度控制的重要依据,比如变色硅胶常用于吸湿显示^[5]。对于密封包装来说,其湿度变化取决于众多因素,包括:现在密封包装的温度、密封包装内空气和水的含量、密封包装抗水蒸汽的渗透能力、密封包装是否吸湿物或有去湿

收稿日期: 2012-05-08

作者简介: 陈愚(1972—),男,重庆人,中国兵器工业第五九研究所高级工程师,主要从事兵器防护包装研究。

剂存在、密封包装密封的有效性、密封包装内的空气循环情况等^[6]。因此,军用密封包装需要随时了解包装容器内相对湿度的情况,而采用湿度显示卡就是一种便捷、经济的方法。

湿度显示卡(HIC)是一种用来显示密封包装湿度状况的卡片,一般为厚度 0.3, 0.4 mm 不等的虑纸^[7],见图 1。根据卡上的颜色变化而读出数据,就

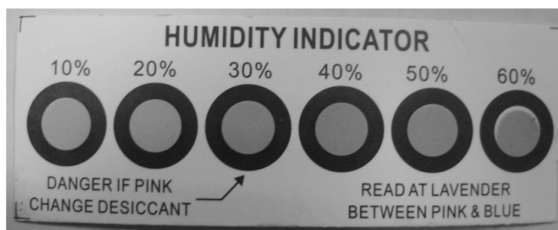


图 1 湿度显示卡

Fig. 1 Humidity display card

可以用来判断密封包装内的湿度是否在要求的湿度范围之内。指示点开始是蓝色,当指示点变成紫色(介于蓝色与粉红色之前)的时候,指示点中的数值就是当前的环境湿度,随着时间的增加,卡片上的点就会慢慢从紫色变成粉红色。湿度显示卡是一种便捷而廉价的检测密封包装环境中湿度的方法。

湿度显示卡还可以与座体、观察镜片、定位螺圈、锁紧螺母等零件一起组成湿度指示器。湿度指示器通常用于硬质包装容器上,方便从外观观察密闭包装里的相对湿度。而且根据 MIL-STD-648D《专用运输容器》的表述,湿度指示器最好能设计成不用打开容器盖就可以更换湿度显示卡的类型^[8]。湿度指示器在一种军用包装箱上的应用见图 2。



图 2 湿度指示器在包装箱上的应用

Fig. 2 Application of humidity indicator on packaging box

1.2 湿度显示卡的显色原理

目前的湿度显示卡,多数为浸渍一定浓度的氯化钴溶液经干燥后制得。其原理就是根据氯化钴吸水后颜色会发生变化。氯化钴含不同结晶水时其颜色变化

如下^[9]: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (粉红色) $\rightarrow$ $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (紫色) $\rightarrow$ $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (蓝紫色) $\rightarrow$ CoCl_2 (蓝色)。 CoCl_2 是蓝色的,所以干燥时湿度显示卡是蓝色的,当包装内的湿度达到或超过了相应的相对湿度数值,其吸水后变为 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。晶体 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的颜色是由其结构本身决定的, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 属于单斜晶系,每个钴原子有 4 个水分子在周围,这 4 个水分子与其他 2 个氯原子共同形成一个八面体,其他 2 个水分子没有直接与钴原子成键^[10]。反式 $\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4$ 是组成粉红色 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 的单元, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 显粉红色^[11],湿度显示卡也就成粉红色。

由于欧盟环保法规已将氯化钴列为二类致癌物质,目前也有一些湿度显示卡采用铜的氯化物(从褐色到天蓝色)或三价铁(从黄色到几乎无色)作为湿度显示剂,更多的环保型湿度显示剂尚在研究中。

2 指针式湿度计

指针式湿度计原理是人的头发、尼龙、聚酰亚胺等湿敏材料自身或与弹簧金属片复合后,在空气中湿度变化时会产生伸缩变形^[12]。例如,经过脱脂后的毛发在湿度变化 10% 时,长度约改变 2%。这样将一束处理后的毛发一端固定,当它在空气中感应到湿度变化时,另一端会传递位移信号,带动指针,就可以显示湿度。指针式湿度计的外观见图 3。湿敏材料在



图 3 指针式湿度计

Fig. 3 Pointer type moisture meter

与弹簧金属片复合后,可将复合片进行卷曲成型,使其成为具有一定弹性系数的卷曲弹簧,弹簧中心一端连接指针的转轴,一端固定在表盘上。由于空气中相对湿度的变化,湿敏材料发生细微变形,会带动复合弹簧片发生形变,卷曲的结构通过形变产生扭转力矩,使指针产生一定角度的转动,从而达到指示湿度的作用。指针式湿度计的优点是显示直观、体积小、重量轻、便于携带与安装^[13],且量程和精度比湿度显

示卡高;缺点是不适用于低湿、高温高湿等特殊场合。

3 电子式湿度计

电子式湿度计是近几十年,特别是近 20 年才迅速发展起来的。它由湿敏元件构成相应的湿敏电阻、湿敏电容及其相应变换电路组成,其传感器一般分为电阻式和电容式。在基片上覆盖一层由感湿材料膜构成湿敏电阻,当空气中的水蒸气吸附在感湿膜上时,湿敏电阻的电阻率和电阻值都发生变化,电阻式湿度计就是利用这一特性来测量湿度的;用湿敏材料作电介质,制成湿敏电容,当环境的湿度发生改变时,湿敏电容的介电常数也会随之发生变化,使其电容量发生变化,通过电容的变化量测量相对湿度。简易电子湿度计的结构见图 4。

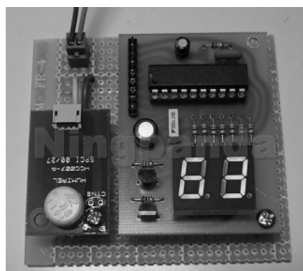


图 4 电子湿度计的结构

Fig. 4 Structure of electronic hygrometer

电子式湿度计的优点是:精度高^[14],可达到相对湿度值 $\pm 2\% \sim \pm 5\%$ 。但是使用电子式湿度计不应盲目去追求高精度,因为对于电子湿度计来说,每提高一点精度,其价格会相差很大,使用时一定要根据具体情况。

电子式湿度计的缺点是:使用条件要求高,需要电源,而且有的电子式湿度计对供电电源要求还比较高;而且在实际使用中,随着使用时间的增加,电子式湿度计的精度会下降;电子式湿度计是传感器,因此对使用的环境温度有要求,超过其规定的使用温度将会导致传感器损坏。

4 军品包装湿度显示方法的选择

从上面的分析可以看出,军品密封包装常用的 3 种湿度显示方法各有优缺点,具体在选择哪种显示方法,应按顺序考虑以下因素:①首先应根据显示精度

需要进行选择,因为如果显示的精度达不到要求,该湿度的显示值就失去了意义,如果对精度要求在相对湿度 5% 以上,应选择电子式湿度计,相对湿度 5%~10% 可选择指针式湿度计,相对湿度 10% 以上可选用湿度显示卡;②其次应根据显示范围进行选择,要求的量程宽,一般应选择电子式湿度计,其从低湿(相对湿度 10%)到高湿(相对湿度 90%)准确度都较高,指针式湿度计一般在低湿和高湿的情况下准确度比较低,湿度显示卡最高时一般可达相对湿度 60%;③最后再根据经济性、方便性等其他条件进行选择。

参考文献:

- [1] 刘川文,黄红军,李志广,等.我军弹药防潮技术的现状与发展[J]. 包装工程,2006,27(2):73-75.
LIU Chuan-wen, HUANG Hong-jun, LI Zhi-guang, et al. Development and Actuality of Ammunition Moisture-proof Technology in Our Army[J]. Package Engineering, 2006, 27(2): 73-75.
- [2] 张春和,张大鹏,周红,等.防潮包装储运期限的分析与评价[J]. 包装工程,2008,29(1):47-49.
ZHANG Chun-he, ZHANG Da-peng, ZHOU Hong, et al. Analysis and Evaluation of Storage Time Limit of Dampproof Package[J]. Package Engineering, 2008, 29(1): 47-49.
- [3] 吴峰华,王德福,姜传贤,等.干湿球法湿度测量精度算法研究[J]. 装备环境工程,2009,6(5):81-83.
WU Feng-hua, WANG De-fu, JIANG Chuan-xian, et al. Research on Algorithm of Relative Humidity Measurement Precision with Dry-and-wet Bulb[J]. Equipment Environmental Engineering, 2009, 6(5): 81-83.
- [4] 高玉龙,易建政,王海丹.弹药储存环境对弹药质量的影响[J]. 装备环境工程,2010,7(5):77-79.
GAO Yu-long, YI Jian-zheng, WANG Hai-dan. Influence of Storage Environment on Ammunition Quality[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(5): 77-79.
- [5] 杨保义,张杰.变色硅胶干燥剂吸湿性能研究[J]. 装备环境工程,2010,7(2):32-35.
YANG Bao-yi, ZHANG Jie. Study on Moisture Absorption Characteristic of Allochroic Silica Gel[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(2): 32-35.
- [6] 殷明.新型不可逆湿度指示器原理与作用效果[J]. 包装世界,1994,7(1):60-61.
YIN Ming. New Irreversible Humidity Indicator Principle and Effect[J]. Packaging World, 1994, 7(1): 60-61.
- [7] 刘朝辉.一种判定薄膜包装袋透湿性试验方法[J]. 中国包装工业,2002,97(1):31-33.
LIU Zhao-hui. A Judging Permeability of Film Packaging

- Bags Test Methods[J]. China Packaging Industry, 2002, 97(1): 31-33.
- [8] MIL-STD-648D, 专用运输容器[S].
MIL-STD-648D, Specialized Shipping Containers[S].
- [9] 北京化学试剂公司. 化学试剂·精细化学品手册[K]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
Beijing Chemical Reagent Company. Chemical Reagents, Fine Chemicals [K]. Beijing: Chemical Industry Press, 2002.
- [10] 有趣的化学实验编写组. 有趣的化学实验[M]. 北京: 地质出版社, 2003.
Interesting Chemistry Experiment Compiling Group. Interesting Chemistry Experiment[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2003.
- [11] 王海燕, 刘波. 氯化钴溶液变色实验的定量控制及相关趣味实验介绍[J]. 化学教学, 2008, 10(1): 5-7.
WANG Hai-yan, LIU Bo. The Color-change Experiments of Cobalt Chloride Solution Quantitative Control And Related Interesting Experiments[J]. Education in Chemistry, 2008, 10(1): 5-7.
- [12] 高飞, 葛强, 张文亮, 等. 部队弹药库房温湿度监测仪器选型研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(5): 144-146.
GAO Fei, GE Qiang, ZHANG Wen-liang, et al. Study on Selection of Ammunition Depot Temperature and Humidity Monitoring Instrument[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(5): 144-146.
- [13] 徐晓丹, 李君. 温湿度计工作原理及校准方法的讨论[J]. 科技资讯, 2011, 10(1): 137.
XU Xiao-dan, LI Jun. Temperature and Humidity Meter Work Principle and Calibration Method are Discussed[J]. Science and Technology Information, 2011, 10(1): 137.
- [14] 刘海龙. 湿度测量在环境可靠性试验设备中的应用[J]. 装备环境工程, 2010, 7(6): 288-291.
LIU Hai-long. Application of Humidity Measurement in Environmental Test Equipment[J]. Equipment Environmental Engineering, 2010, 7(6): 288-291.

· 简讯 ·

加强运输包装国际技术交流 建立高校运输包装大联盟 ——服务中国运输包装的技术联盟

国际安全运输协会(ISTA)是由全世界的产品制造商、运输公司、零售商、包装供应商、测试实验室、高等院校和专业研究机构等从事包装的单位、部门及个人组成的联盟。为了更好地服务全世界的 ISTA 会员,特设立 ISTA 中国服务机构。宗旨:借鉴国际先进的产品运输测试标准,优化使用包装,为运输企业提供技术参考依据,维护制造业利益,提升品牌信誉。

1) 运输包装的技术联盟:订制适宜中国地区的运输测试标准;为产品制造商提供包装解决方案;推荐商业模式,完善产品安全运输。

2) 提供运输包装的教育平台:ISTA 认证实验室技术人员培训(CPLP 初级、中级);ISTA 亚洲地区秋季年会—运输包装技术组织年会;ISTA 美国春季年会和 ISTA 欧洲年会

3) ISTA 中国服务机构:汉化 ISTA 标准;解析 ISTA 标准;会员资格维护;新会员资格认证;ISTA 实验室认证咨询。

对于任何包装来说,技术都是其灵魂。同时因为技术的复杂性和专业性,并非人人都能理解包装的底层原理和结构。能够理解包装原理和掌握最新前端技术的专家几乎来自国内外高等院校,因此,ISTA 中国服务机构特别成立了运输包装高校大联盟,欢迎各个高等院校的专家老师们参与进来,共同学习探讨国内外最尖端运输包装新科技,并调查研究分析国内外包装技术和市场发展趋势以及国内外企业在中国市场的包装需求,还有国内外高校研究的最新课题等等。

ISTA 中国服务机构目前拥有会员一百多家,会员领域涉及家电、包材、生活用品、食品、汽车、物流、检测实验室等。企业提出他们的包装面临诸多问题,运输高校大联盟可以为他们提供技术支持,可以与企业、科研院所共同完成国家包装类的科研项目。

更多的国内外高等院校科研人员也参与其中,例如:瑞典隆德大学、密西根州立大学、澳大利亚墨尔本维多利亚大学、江南大学、兰州交通大学、天津科技大学、湖南工业大学等。运输高校大联盟能够将知识与产业更好的结合,能为企业提供更多的技术支持,更能加快运输包装产业的创新发展。