

文章编号: 1003-1480 (2003) 04-0028-03

普通变色塑料导爆管 高温性能研究

吴红梅, 宋敬埔

(南京理工大学化工学院, 江苏 南京, 210094)

摘 要: 对普通变色导爆管高温条件下的传爆及点火性能开展了研究。试验表明, 当温度自 23℃ 上升到 90℃ 时, 普通变色导爆管的爆速自 1 900m/s 下降至 1 500m/s; 温度从 60℃ 上升到 90℃ 时, 点火峰压自 2.6MPa 下降为 2.0MPa, 点火冲量自 7.4×10^{-5} MPa·s 下降为 4.4×10^{-5} MPa·s; 温度达到 60℃ 或更高时, 普通变色导爆管传爆后管壁有明显击穿孔, 且随着温度继续升高, 击穿加剧, 同时变色现象消失。

关键词: 变色导爆管; 爆速; 点火峰压; 点火冲量

中图分类号: TJ457; TD235.22 **文献标识码:** A

Study on the Character of Color Changeable Nonel Tube at High Temperature

WU Hong-mei, SONG Jing-pu

(Chemical School of Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, 210094)

Abstract: The detonation transmission and ignition character of color changeable nonel tube were studied in this paper. Experiments showed that the detonation velocity of the nonel tube decrease from 1 900m/s to 1 500m/s when the temperature increase from 23℃ to 90℃. When temperature vary from 60℃ to 90℃, the maximum igniting pressure of the nonel tube decrease from 2.6MPa to 2.0MPa and the igniting impulse of it decrease from 7.4×10^{-5} MPa·s to 4.4×10^{-5} MPa·s. When at the temperature of 60℃ or more, the nonel tube was perforated after the detonation transmission through it. The higher the temperature, the acuter the perforation, and the changing of the color of the nonel tube can't be observed at this time.

Key words: Color changeable nonel tube; Detonation velocity; Maximum igniting pressure; Igniting impulse

塑料导爆管(以下简称导爆管)是内壁涂有极薄层炸药粉的塑料空心软管, 主要与雷管及其它元件结合起来组成传爆和点火网络, 用于工程爆破。以往的研究主要是针对常温条件下开展的, 对于其高温条件下的性能研究则开展得较少。而导爆管在实际应用时, 有时会遇到在夏季地表温度 60~70℃ 时敷设传爆网络。为考察此时导爆管的传爆可靠性及其强度、爆速、点火能力等方面的变化, 本文开

展了一些试验研究, 以期普通导爆管在高温条件下的应用提供参考。

1 试验器材

a. 普通变色导爆管, 外径 $\Phi_{\text{外}} = (3.0 \pm 0.1)$ mm, 内径 $\Phi_{\text{内}} = (1.5 \pm 0.1)$ mm, 装药量 (18~21) mg/m, 正常情况下起爆后管内腔变黑, 南京理工大学科技

收稿日期: 2003-07-15

作者简介: 吴红梅(1966-), 女, 硕士, 工程师, 从事民爆器材及烟火技术研究。

化工厂生产。

b. 爆速仪, 时间精度 $0.1\mu\text{s}$; 传感器系采用 $\Phi 0.4\text{mm}$ 以下的漆包线紧密缠绕后平剪构成探针靶。正常情况下端面为断开的, 当爆轰波阵面来临时, 反应产物气体和空气将会有一部分电离, 两端面之间可以导通 (俗称电离法)。

c. 点火冲量测定装置, 由 JV5200 瞬态记录仪 (四川纵横厂生产)、YE5853 型电荷放大器 (扬州无线电二厂生产)、(0~600) MPa 压力传感器 (江西传感器厂生产) 和一个特制的传感器-导爆管固定装置组成。

d. 液浴烘箱, 危险品专用烘箱, 华东工学院生产。

2 试验原理

将导爆管置于液浴烘箱中, 在给定的温度下测定其爆速、点火峰压、点火冲量, 观察其管壁击穿和变色情况。

爆速的测定采用如第 1 部分 b 条所述的探针靶, 预先截取 1.5m 长的导爆管, 在其 (0.8~1.3) m 处, 用 $\Phi 0.8\text{mm}$ 的细针扎两个相距 0.5m 的小孔, 将探针通过小孔伸入导爆管内, 保持两探针端面间相距 $(0.5 \pm 0.002)\text{m}$, 用胶粘带固定, 探针接爆速仪。

点火冲量的测定采用如第 1 部分 c 条所述的测定装置, 详细结构及原理见文献^[2]。当导爆管的爆轰输出信号被压力传感器接受到时, 压力传感器的感应信号通过电荷放大器放大后被瞬态记录仪记录下来, 得到 $P-t$ 曲线, 用 $\int_{t_0}^{t_m} P dt$ 表示点火冲量。点火冲量值越大, 导爆管的点火能力越强。

导爆管的管壁由 N220 高压低密度聚乙烯制成, 其强度随温度的升高而下降, 管壁强度下降到一定程度便会在导爆管爆轰时出现击穿 (管壁破洞)。在有水环境下, 如果出现击穿则必然发生断爆, 而在无水环境下, 击穿一般不会影响导爆管的传爆 (但现行产品标准上不允许导爆管在常温下传爆时有管壁击穿^[3])。

本文对高温条件下的击穿情况做了观察, 并给出 1.5m 长度上的击穿孔洞数量, 作为讨论普通导爆管高温传爆可靠性的参考。

3 试验过程及结果

按第 2 部分所述试验原理, 对普通变色导爆管开展了高温性能研究。将测定爆速的探针插入导爆管并固定好, 同时将其输出端通过固定装置和压力传感器连接好, 而后将其全部置于液浴烘箱内加热至给定温度, 并平衡半小时以上, 起爆端留出约 10cm 伸出烘箱外, 用高压脉冲起爆器起爆, 同时测出几个目标参数。

图 1~3 分别给出了爆速 v 、点火峰压 P_m 、点火冲量 I 随温度 T 的变化情况, 从中可以看到其在高温条件下的变化规律。

表 1 列出了普通变色导爆管的高温性能测试结果。

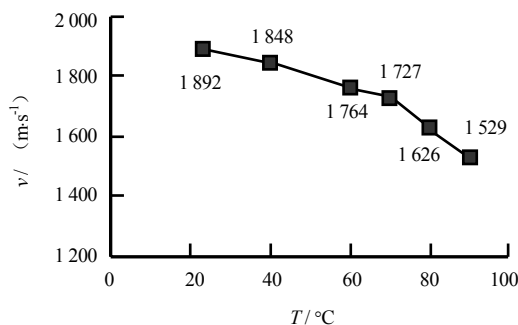


图 1 普通变色导爆管 $v-T$ 曲线

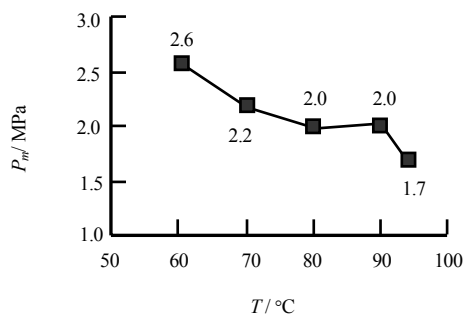


图 2 普通变色导爆管 P_m-T 曲线

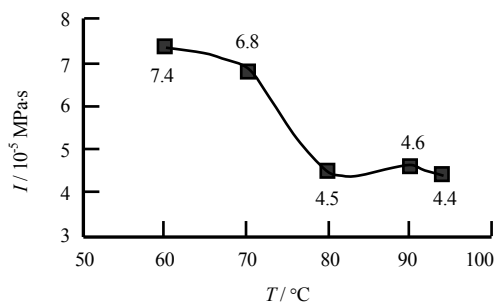


图 3 普通变色导爆管 $I-T$ 曲线

表1 普通变色导爆管的高温性能测试结果

温度 /°C	击穿孔洞 数 /个	变色情况	备注
23	0	变黑明显	-
40	0	变黑明显	-
60	5	基本不变	-
70	8	未见变黑	导爆管变软
80	12	未见变黑	严重变软, 局部变形, 未见断爆
90	22	未见变黑	导爆管明显坍塌变形, 未见断爆
94	29	未见变黑	坍塌变形, 局部炸断, 且断爆

4 结果讨论

4.1 爆速的变化

从图1可以看出,随着温度的增加,导爆管的爆速呈单调递减的趋势,这是和常温下导爆管爆速的变化规律相一致的^[4]。不难理解,随着温度的升高,导爆管管壁的强度不断下降,刚性越来越差,当爆轰波在管内腔传播时,管壁出现击穿、泄爆,于是爆轰波的传播速度开始减慢。

4.2 点火峰压和点火冲量的变化

点火峰压和点火冲量是标志导爆管点火能力的重要参数。实测结果表明,导爆管的点火峰压和点火冲量均随温度的升高呈下降的趋势。但从导爆管点燃延期雷管的角度看,点火峰压从2.6MPa下降至2.0MPa并不会影响其对雷管的点火,点火冲量从 $7.4 \times 10^{-5} \text{MPa} \cdot \text{s}$ 下降至 $4.4 \times 10^{-5} \text{MPa} \cdot \text{s}$ 也不会影响雷管的点火。

两参数下降的原因同样是因为高温条件下导爆管的击穿泄爆引起。

4.3 管壁击穿对导爆管传爆可靠性的影响

试验证明,在无水环境中,导爆管管壁的击穿一般不会影响其传爆的可靠性。本研究的结果表明,随着温度的升高,导爆管传爆时管壁之击穿是明显加剧的,但是在90°C以下时并未因为击穿而引起爆速、点火峰压、点火冲量衰减到无法

传爆或无法点火的程度。

4.4 关于变色情况

在无管壁击穿的情况下,普通变色导爆管传爆后,管壁由白色变为黑色,这是因为导爆管爆轰后生成的黑色物质附着在管壁上。当导爆管发生管壁击穿时,由于从击穿处泄爆,黑色物质发生泄漏,此时,击穿点附近见不到变色现象。当击穿点分布很集中时,如在 $T=80^\circ\text{C}$ 时,1.5m长导爆管平均分布有12个击穿孔点,因此,整根导爆管都见不到变色现象。另一方面,爆轰生成产物的组成受爆轰过程中爆压、爆温等因素影响,当管壁发生击穿时,击穿点附近压力、温度都瞬时下降了,此时不利于黑色物质生成,这是不变色的另一原因。

5 结论

(1) 普通变色导爆管在环境温度从室温至90°C左右变化时,随着温度升高,其爆速从1900m/s左右下降为1500m/s左右,未见断爆发生。

(2) 在60~90°C温度范围内,随温度升高,普通变色导爆管点火峰压、点火冲量均有所下降,分别自2.6MPa, $7.4 \times 10^{-5} \text{MPa} \cdot \text{s}$ 下降至2.0MPa和 $4.4 \times 10^{-5} \text{MPa} \cdot \text{s}$ 左右。

(3) 温度达到60°C时,普通变色导爆管传爆时管壁有明显击穿出现,且随着温度升高,击穿加剧,变色性能消失。

参考文献:

- [1] 陈嘉琨, 范钦文, 高耀林. 塑料导爆管 [M]. 北京: 国防工业出版社, 1987: 42~61; 226~227.
- [2] 刘大斌, 杨栋, 范钦文等. 塑料导爆管的点火能力与传火孔直径的关系 [J]. 火工品, 2000, (3): 21.
- [3] 高耀林, 范钦文, 陈嘉琨, 黄人俊. WJ2019-91 塑料导爆管 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [4] 高耀林, 范钦文, 陈嘉琨. 温度对塑料导爆管爆速影响的理论分析 [J]. 爆破器材, 1984, 13, (6): 1.