

doi:10.3969/j.issn.1001-8352.2014.03.009

# 一种苦味酸钾/高氯酸钾/硫化锑电引火药头的研制\*

孟丽娟<sup>①②</sup> 颜事龙<sup>①</sup> 刘永敏<sup>②</sup> 刘立军<sup>②</sup> 王永华<sup>②</sup>

①安徽理工大学(安徽淮南,232001)

②河北六〇七化工有限公司(河北邯郸,056201)

[摘要] 研制一种由苦味酸钾、高氯酸钾、硫化锑与聚乙烯醇混制的无起爆药电引火药头,对该药头试样的耐热和吸湿性、感度、相容性、点火可靠性、电学特性等参数进行了测试。试验结果表明,该药头各项性能指标明显优于 $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$ 系电引火药头,由该药头组装的无起爆药延期电雷管具有延期精度高、发火可靠性好、安全环保等优点,是一种理想的电引火药头。

[关键词] 电引火药头;苦味酸钾;高氯酸钾;硫化锑;无起爆药延期雷管

[分类号] TQ565+.3;TQ563+.9

## 引言

目前,国内大多数工业电雷管制造企业都使用 $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$ 系列的电引火药头装配工业电雷管。该系列电引火药头虽然具有良好的发火性能,但是由于 $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$ 电引火药头药剂中含质量分数20%左右的DDNP起爆药,其摩擦感度、撞击感度较高,电引火药头点火时,爆裂程度高;同时在电引火药头制备过程中还存在着一些安全隐患;且制造DDNP会产生大量污水,治理难,成本高,污染环境。

无起爆药雷管最上层装药比起爆药的感度低,需要较强的能量来激发。本文在前人研究的基础上<sup>[1-2]</sup>,在苦味酸钾、高氯酸钾中加入一定比例的硫化锑,制作电引火药头,装配于无起爆药电雷管中<sup>[3-6]</sup>。测试该电引火药头的性能参数;评价电引火药头与无起爆药基础雷管配套使用的可靠性、延期精度等参数。

## 1 原材料和样品的制备

### 1.1 原材料

苦味酸钾,平均粒径为 $4.232\ \mu\text{m}$ ,河北六〇七化工有限公司自制;硫化锑,平均粒径为 $3.488\ \mu\text{m}$ ,湖南益阳久通冶炼有限公司;高氯酸钾, $22.50\ \mu\text{m}$ ,重庆长寿有限公司;聚乙烯醇,型号1788,安徽巢湖皖维高新有限公司。

### 1.2 仪器

八角氧化锆球磨机,武汉洛克粉磨设备制造有限公司;多功能混药机,霸州市双龙塑料五金厂。

## 1.3 电引火药头的制备

将高氯酸钾、硫化锑物料缓慢投入混药机,混合均匀。然后加入自制苦味酸钾和聚乙烯醇溶液(聚乙烯醇与水的体积比例为1:10),手工充分混匀后,于混药机中分别按顺、逆时针方向各搅拌5~20 s,最后过3次60目筛,点药头。制备的电引火药头呈圆形或椭圆形,无砂眼、气孔、破损,大小一致,外观成形好,控制药头的质量在12~18 mg范围内。晾干后,送入干燥箱,将干燥后的电引火药头蘸涂质量分数25%的酒精虫胶溶液作为防潮漆,充分干燥后导通。即得无起爆药的电引火药头,符合组装无起爆药基础雷管的要求。

## 1.4 电引火药头试样的准备

取上述制备的干燥后没有蘸涂酒精虫胶漆的电引火药头以及 $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$ 电引火药头,用缠白色医用橡皮膏的镊子分别把药头捏碎,脱离桥丝,待用。

## 2 性能测试

### 2.1 耐热和吸湿性能

依照GJB 770B—2005中404.1火药试验方法测试其耐热性及吸湿性能。

该类型的电引火药头药剂中由于不含木炭,而高氯酸钾、硫化锑的吸湿性又小<sup>[7]</sup>,混制成的电引火药头易干燥,干燥后机械强度大,不易破碎<sup>[1]</sup>。取电引火药头试样20 mg,经过100℃恒温箱中4 h

\* 收稿日期:2014-02-10

基金项目:国家自然科学基金,煤炭联合基金项目(51134012)

作者简介:孟丽娟(1983~),女,硕士研究生,主要研究方向为工业雷管。E-mail:125399683@qq.com

储存后未发现燃烧爆炸现象。在 30 ℃,相对湿度为 91% 的恒温恒湿箱中贮存 96 h 以后,总吸湿量仅为 0.15%。其耐热性及吸湿性能明显优于  $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  系列的电引火药头。

## 2.2 热感度

依照 WJ/T—9038 第四部分测试引火药头试样的热感度。

自制电引火药头试样的 5 s 延滞期爆发点为 369 ℃, $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  电引火药头试样的 5 s 延滞期爆发点是 179 ℃。该电引火药头的热感度性能明显高于  $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  电引火药头,具有良好的热稳定性。

## 2.3 机械感度

研究该电引火药头试样在机械作用下的感度是该药头生产、运输、使用的前提和保证。

依照 WJ1871—1989 方法测试摩擦感度,用 WM-1 型摩擦感度仪测试,测试摆角 90°,表压 3.92 MPa,药量 20 mg,温度 25 ℃;依照方法 WJ1871—1989 测试撞击感度,用卡斯特落锤仪测试,锤质量 800 g,药量 20 mg,温度 25 ℃。

表 1 为两种试样的摩擦感度和撞击感度。从表 1 中可以看出苦味酸钾/高氯酸钾/硫化锑系列电引火药头的摩擦感度和撞击感度明显低于  $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  系列电引火药头,在生产和使用过程相对安全。因为该电引火药头药剂组中苦味酸钾的摩擦

表 1 药头试样的机械感度

Tab.1 Mechanical sensitivity of fusehead sample

| 测试项目  | 摩擦感度<br>(平均发火率)<br>/% | 撞击感度<br>(50% 发火感度,<br>落高)/ cm |
|---|-----------------------|-------------------------------|
| 苦味酸钾/高氯酸钾/<br>硫化锑电引火药头试样                        | 6                     | 26.4                          |
| $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$<br>电引火药头试样 | 35                    | 18.4                          |

感和撞击感度低于 DDNP<sup>[8]</sup>,且高氯酸钾的安定性能优于氯酸钾<sup>[9]</sup>,允许在烟花爆竹中使用。

## 2.4 真空安定性

依照 GJB 772A—1997 中 501.1 汞压力计法,测试药头试样的真空安定性。经过 100 ℃ 恒温箱中 48 h,每克试样放气量分别为 0.11、0.03、0.09 mL。每克试样放气量不大于 2 mL,安定性合格。

## 2.5 相容性

采用真空安定性法测试该电引火药头试样的相容性。经过 100 ℃ 恒温箱中 40 h,药头试样与镀锌铁反应净增放气量( $R$ )为 0.05、0.19、0.19 mL。 $R < 3.0$  mL,说明该电引火药头相容。

研究该电引火药头试样的安定性和相容性对于药头长期储存安全性、使用可靠性有着重要的意义。

## 2.6 电引火药头与无起爆药基础雷管组装的点火可靠性

电引火药头是氧化剂、可燃剂以及其他添加剂的混合物,要求在一定的电流作用下,能够快速可靠地发火,产生很强的火焰,稳定地点燃下一序列装药。采用 CD-1 型串联准爆电源仪测试该电引火药头与无起爆药煤矿许用型电雷管装配后的点火可靠性,串联 20 发电雷管,通以 1.2A 的恒定直流电,批量试验。

试验测得该类型电引火药头每组全部正常发火,串联准爆电流合格。说明该类型的电引火药头发火可靠,同步性好。

## 3 电引火药头与无起爆药基础雷管组装的秒量精度与电学特性

### 3.1 秒量精度的影响

以苦味酸钾、高氯酸钾和硫化锑制备的电引火药头和  $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  电引火药头,分别与五芯铅芯延期体装配成煤矿许用型无起爆药电雷管 1~5 段,每个段别测试 20 发,采用 LGS-I 型毫秒雷管计时仪测试延期时间。测试结果如表 2。这里用到的

表 2 无起爆药电雷管的延期时间测试

Tab.2 Delay time test of non-primary explosive detonator

| 段别 | 苦味酸钾/高氯酸钾/硫化锑电引火药头 |     |      | $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$ 电引火药头 |     |      |
|----|--------------------|-----|------|--|-----|------|
|    | 平均延期时间             | 极差  | 标准偏差 | 平均延期时间                                     | 极差  | 标准偏差 |
| 1  | 6.7                | 1.1 | 0.39 | 7.2  | 2.2 | 0.94 |
| 2  | 25.4               | 2.1 | 0.84 | 25.8                                       | 2.7 | 1.21 |
| 3  | 49.7               | 2.6 | 1.08 | 51.4                                       | 3.2 | 1.35 |
| 4  | 74.8               | 3.7 | 1.51 | 74.2                                       | 4.3 | 1.95 |
| 5  | 101.0              | 4.1 | 1.75 | 101.6                                      | 5.0 | 2.24 |

ms

毫秒1段无起爆药电雷管为全猛炸药式电雷管,电引火药头直接激发猛炸药。

由测试结果可见,该电引火药头秒量精度高,极差和标准偏差均好于  $\text{KClO}_3/\text{C}/\text{DDNP}$  电引火药头与无起爆药基础电雷管的组装,为研究高精度无起爆药电雷管打下良好的基础。

### 3.2 电学特性参数

以苦味酸钾/高氯酸钾/硫化锑制备的电引火药头与无起爆药基础雷管装配成煤矿许用型无起爆药1段电雷管,按照 GB8031—2005<sup>[10]</sup>的要求,采用 IT-II 型雷管电参数测量仪测试其安全电流、串联准爆电流、最小发火电流、发火冲能,测试结果见表3。

表3 该电引火药头的发火参数

Tab.3 Igniting parameters of the electric fusehead

| 性能                                    | GB8031 规定值 | 试验值                         |
|---------------------------------------|------------|-----------------------------|
| 安全电流/A                                | $\geq 0.2$ | 通入 0.26A 恒定<br>直流电 5min 不发火 |
| 串联准爆电流/A                              | $\leq 1.2$ | 0.8 ~ 0.9                   |
| 最小发火电流/A                              | 0.450      | 0.396                       |
| 发火冲能/( $\text{A}^2 \cdot \text{ms}$ ) | 2.0 ~ 7.9  | 7.3                         |

表3的数据显示出该电引火药头各项发火参数符合 GB8031—2005 国家标准。

### 4 环保性能

含起爆药的引火药头药剂的制备过程中,生产 1 kg DDNP 产生废水量约为 350 g,染色度深,成分复杂,含有爆炸性的物质,废水处理工艺复杂,成本较高<sup>[11]</sup>。

苦味酸钾的制造是简单的酸碱中和反应,产率高达 95%。抽滤和洗涤的水可循环利用,药头药剂制备的过程中,不产生废水,无爆炸性的物质产生。从而实现对环境零污染、零排放,生产安全,是比较理想的电引火头药剂。

### 5 结论

1) 采用苦味酸钾、高氯酸钾、硫化锑及聚乙烯醇制备的电引火药头,各项性能优良,药头的电学参数符合国家标准。组装的无起爆药电雷管,发火可靠性好、延期精度高。

2) 该电引火药头药剂吸湿性小、易干燥、产品质量稳定。选择聚乙烯醇为黏合剂,电引火药头表面蘸涂质量分数 25% 的酒精虫胶漆,无毒,无气味,对人体无伤害,更适用于生产。

3) 苦味酸钾的制备工艺简单,成本低,化学反应用水可循环使用。可实现工业电雷管生产对环境的零污染,零排放。

### 参考文献

- [1] 韦爱勇,王成端,肖正学,等.用苦味酸钾制造电引火元件[J].爆破,2006,23(3):89-92.  
Wei Aiyong, Wang Chengduan, Xiao Zhengxue, et al. Fuse head manufactured by potassium picrate[J]. Blasting, 2006,23(3):89-92.
- [2] 韦爱勇,王成端,肖正学,等.苦味酸钾在点引火元件生产中的应用研究[J].安全与环境学报,2006,6(4):130-132.  
Wei Aiyong, Wang Chengduan, Xiao Zhengxue, et al. Trial use of potassium picrate for producing fuse head[J]. Journal of Safety and Environment, 2006,6(4):130-132.
- [3] 李克菲.无起爆药雷管在引信上应用前景的探讨[J].爆破,2008,25(3):93-95.  
Li Kefei. Application outlook of non-primary explosive detonator in fuzes[J]. Blasting, 2008,25(3):93-95.
- [4] 李兴旺,高毅.一种非起爆药电雷管[J].爆破器材,2000,29(1):26-28.  
Li Xingwang, Gao Yi. A new non-primary explosive electric detonator[J]. Explosive Materials, 2000,29(1):26-28.
- [5] 陈月畅,沈兆武,杜建国.飞片式无起爆药雷管的结构和工作原理[J].爆破,2013,30(2):162-166.  
Cheng Yuechang, Shen Zhaowu, Du Jianguo. Structure and working principle of flying plate detonator[J]. Blasting, 2013,30(2):162-166.
- [6] 汪旭光,沈立晋.工业雷管技术的现状和发展[J].工程爆破,2003,9(3):52-57.  
Wang Xuguang, Shen Lijin. The state-of-the-arts of industrial detonator[J]. Engineering Blasting, 2003,9(3):52-57.
- [7] 曾陆平.高氯酸钾在引火药中的应用[J].河南化工,2011,28(3):44-46.  
Zeng Luping. Application of potassium perchlorate in ignition charge[J]. He'nan Chemical Industry, 2011,28(3):44-46.
- [8] 劳允亮.起爆药化学与工艺学[M].北京:北京理工大学出版社,1997:300-301.
- [9] 郭子庭,刘厚平,肖国.高氯酸钾与氯酸钾的性能分析[J].爆破器材,2004,33(增刊):102-103.  
Guo Ziting, Liu Houping, Xiao Guo. Performance analysis on potassium perchlorate and potassium chlorate[J]. Explosive materials, 2004,33(supplement):102-103.
- [10] 国家质检总局. GB8031—2005 工业电雷管[S].北京:中国标准出版社,2005.
- [11] 蒋荣光,刘自钰.起爆药[M].北京:兵器工业出版社,2006:167-169.

## Development on the Electric Fusehead Containing Potassium Picrate/Potassium Perchlorate/Antimony Sulfide

MENG Lijuan<sup>①②</sup>, YAN Shilong<sup>①</sup>, LIU Yongmin<sup>②</sup>, LIU Lijun<sup>②</sup>, Wang Yonghua<sup>②</sup>

①Anhui University of Science and Technology (Anhui Huainan, 232001)

②Hebei 607 Chemical Co., Ltd. (Hebei Handan, 056201)

[ABSTRACT] A non-primary electric fusehead, containing potassium picrate, potassium perchlorate, antimony sulfide and polyvinyl alcohol, was developed. The heat resistance, hygroscopic property, sensitivity, compatibility, ignition reliability and electrical parameters of the fusehead were tested. The experimental results show that various performances of this fusehead are superior to KClO<sub>3</sub>-C-DDNP electric ignition fusehead. The non-primary explosive electric detonator, assembled by the fusehead, has advantages of high extension precision, excellent ignition reliability, safety and non-pollution, so it is an ideal electric ignition fusehead.

[KEY WORDS] electric fusehead; potassium picrate; potassium perchlorate; antimony sulfide; non-primary explosive delay electric detonator

## 民爆专利信息

**专利名称:**导爆管分线机放线装置

**专利申请号:**CN200620119236.8      **公开号:**CN200972371

**申请日:**2006.08.07      **公开日:**2007.11.07

**申请人:**北京京煤化工有限公司

本实用新型涉及一种导爆管分线机放线装置。该装置包括若干线轮和用于放置线轮的支架,所述支架设有若干对支杆,所述线轮放置在各自对应的支杆对上,其两侧的下部边缘分别同转动支杆对中的两个支杆相接触,各支杆的两端分别设置轴承,各轴承通过轴承座安装在相应的侧边框上,支架的四角下面各安装一个轮子,支架的一端设有把手,由此形成可移动支架。放线时线轮通过转动而放线,停止放线时摩擦阻力使线轮立即停止转动,因此不会放出多余的线;更换线轮时,只要将原有的线轮从支杆对上拿下来,放上新线轮即可,操作非常简单。本实用新型主要可用于雷管行业的导爆管分线机,也可用于其他任意类似场合。

**专利名称:**用于工业炸药包装生产线的自动真空包装机

**专利申请号:**CN200620050850.3      **公开号:**CN200968827

**申请日:**2006.04.30      **公开日:**2007.10.31

**申请人:**湖南金能自动化设备有限公司

本实用新型涉及一种用于工业炸药包装生产线的自动真空包装机,这种包装机包括机架及安装在机架上的上开袋机构、下开袋机构、撑袋机构、推进机构、移送机构、抽真空机构、封口机构。各机构的动力部分全部采用气缸,作为炸药包装的一部分它是非常安全的,可有效降低人员伤亡事故,为实现工业炸药包装全自动生产线提供全自动药卷真空装袋部分。

**专利名称:**炸药中包抽真空和热合装置

**专利申请号:**CN200620158941.9      **公开号:**CN200968830

**申请日:**2006.11.06      **公开日:**2007.10.31

**申请人:**广东省四〇一厂

本实用新型涉及一种炸药中包抽真空和热合装置,其特征在于机架前端有送炸药中包气缸,推板通过拉杆与送炸药中包气缸连接;推板前端是转向槽,转向槽一侧与转向气缸连接,转向槽前端是输送机,输送带上端是导向槽,导向槽后端是光电开关;光电开关上方通过拉杆与压封杠连接,热合器与热合器气缸和拉杆连接;导向槽后端是热合板,与热合气缸、拉杆连接;在热合板与热合器之间是抽真空组件,抽真空组件下方是抽真空嘴,抽真空嘴与真空管连接,真空管上有电磁气阀;抽真空嘴与拉合袋口气缸连接;抽真空组件与抽真空组件气缸连接,抽真空组件气缸两侧是拉杆。它实现了炸药中包抽真空和热合机械化,减少了生产人员,提高了效率,中包定型准确。

**专利名称:**雷管的网络连接件

**专利申请号:**CN200620022412.6      **公开号:**CN200968833

**申请日:**2006.09.30      **公开日:**2007.10.31

**申请人:**云南燃一有限责任公司

本实用新型属于雷管的起爆配件,特别是塑料导爆管雷管网络连接、起爆元件。本装置的结构特点是,塑料连接件端部的连接头上有开口的、形状和尺寸与卡块相同的“凸”形槽。本实用新型结构简单,地表雷管及导爆管装入方便,地表雷管能承受 8 kg 拉力不会脱出,起爆的可靠性可大大提高。

(王元荪)