

CNG 加气站抑爆系统研制^{*}

蔡周全¹ 李永怀² 罗振敏¹

1.西安科技大学能源科学与工程学院 2.陕西能源职业技术学院

蔡周全等.CNG 加气站抑爆系统研制.天然气工业,2009,29(4):109-111.

摘要 现有 CNG 加气站普遍缺少预防和控制火灾与爆炸灾害事故的综合配套技术,特别是缺少先进的自动快速灭火抑爆技术及装备。CNG 加气站现有消防设施动作时间长,不能有效防止天然气的爆炸,为此,开发研制了产气式自动干粉抑爆系统,由紫外传感器、控制器、抑爆器组成,可用于爆炸性气体(粉尘)场所的敞开或半敞开空间抑爆。当发生气体(粉尘)燃烧、爆炸时,紫外传感器接收火焰信号,传送至控制器,控制器产生触发电压,使抑爆器的产气剂释放出大量气体,驱动快速喷撒出干粉灭火剂,形成足够浓度的灭火剂粉雾体,有效扑灭爆炸火焰,具有动作速度快、抗干扰能力强、可靠性高、安装使用方便等优点,在天然气模拟爆炸试验中能有效抑制天然气爆炸,可用于 CNG 加气站或其他燃烧爆炸性气体场所,提高其整体防灾抗灾能力。

关键词 CNG 加气站 抑爆系统 产气式 火灾 爆炸

DOI:10.3787/j.issn.1000-0976.2009.04.033

0 引言

由于能源短缺和环保问题,近年来 CNG 汽车发展很快。北京、成都、重庆等大城市已大规模建立配套的 CNG 加气站^[1],以满足社会需求,并从根本上减少城市大气污染源。天然气属于易燃易爆品,渗透性强,易泄漏。资料表明,CNG 加气站由于设备故障引发事故最多的是加气机,其次为压缩机、储气瓶、储气井^[2];CNG 加气站均有不同程度的天然气泄漏,有的已达到或接近爆炸下限浓度^[3]。现有 CNG 加气站除了安装有天然气检漏器外,仅按消防要求装备了灭火器材,缺少预防和控制火灾与爆炸灾害事故的综合配套技术,特别是缺少先进的自动快速灭火抑爆技术及装备,安全装备严重落后。一旦发生火灾爆炸,由于爆炸传播速度极快,现有的灭火装备动作时间长(以秒计),对于控制快速发展(毫秒级)的天然气燃烧与爆炸无能为力。因此,通过技术完善,给 CNG 加气站装备成套的预防和控制火灾与爆炸事故的技术与装备,提高其整体防灾抗灾能力,改善其安全状况,用技术保安全,是急需解决的问题。

1 产气式自动干粉抑爆系统

天然气爆炸是一个链式反应过程,要扑灭爆炸火焰、抑制爆炸,就要中断爆炸反应链,破坏反应过程。在爆炸初期扑灭爆炸火焰,效果最好,也最容易防止爆炸的发生发展;而当爆炸发生到一定程度时,是很难控制或扑灭的。产气式自动干粉抑爆系统就是在爆炸火焰发展不大的情况下,探测爆炸火焰,自动喷撒出干粉灭火剂,形成扑灭爆炸火焰的足够浓度灭火剂粉雾体,扑灭爆炸火焰。

产气式自动干粉抑爆系统由紫外传感器、控制器、抑爆器组成。将紫外传感器布置在潜在爆源处,当发生易爆气体、可燃粉尘燃烧、爆炸时,紫外传感器接收火焰信号,传送至控制器,控制器产生触发电压,使抑爆器的产气剂进行化学反应,迅速释放出大量气体,驱动抑爆器内的灭火剂从喷嘴喷出,形成足够浓度的灭火剂粉雾体,与火焰充分接触,扑灭火焰,防止天然气爆炸的发生、发展。

1.1 紫外传感器

用于探测爆炸参量的传感器可分为压力、温度、火焰、光电等不同类型。对各种传感器的灵敏度、响应时间、抗干扰能力进行综合分析,自动灭火抑爆系

^{*} 本文为国家自然科学基金项目(编号:50874088)和新世纪人才支持计划(编号:NECT050874)的部分成果。

作者简介 蔡周全,1963年生,研究员,硕士;从事气体、粉尘爆炸防治技术研究。地址:(710054)陕西省西安市雁塔中路58号西安科技大学能源学院。电话:(029)85587436-828,13679132973。E-mail:czq9707@sina.com

统选用紫外传感器。

紫外传感器的敏感元件为紫外光电管。天然气爆炸的初期,在火焰中的远紫外照射下,紫外光电管的电子吸收了入射远紫外光子的能量逸出光阴极表面,在阴极电场作用下向阳极运动,从而产生电信号,达到检测爆炸火焰的目的^[4]。

紫外光电管的光谱响应为 185~260 nm,属远紫外光的范围。太阳光的紫外波段截止在 290 nm,因此紫外光电管对太阳光不敏感,其相对灵敏度相比其他发射光源是较大的。

CH₄(天然气主要成分)的火焰光谱波段从 190 nm 开始,既有紫外波段,也有红外波段,虽然紫外的发光强度比较弱,但紫外传感器的灵敏度比较大,有足够的光电流输出。

在易燃易爆气体、可燃粉尘场所严禁烟火,所用的照明以钨丝灯为主,其发光光谱波段从 300 nm 开始,不在紫外传感器的探测范围之内,紫外传感器对其无响应。

紫外传感器的主要技术指标:

静态电流:小于 2 mA

灵敏度:可探测 5 m 远 1 cd 的火焰, I 级

监视范围:120°圆锥夹角

信号输出:有火时高电平(大于等于 4.9V DC)

无火时低电平(小于等于 0.1V DC)

工作电压:5~27 V DC

防爆标志:Exia II BT4

1.2 控制器

当易燃易爆气体发生燃烧、爆炸时,紫外传感器送来的电信号驱动光耦电路,光耦电路设计为逻辑与关系,若该电路判断是爆炸灾害,就指令执行电路,达到预先设定的电平值时,驱动控制输出,使抑爆器喷射出抑爆剂,扑灭爆炸火焰。为了使控制器可靠而稳定地工作,电路中设计了紫外传感器及输出检查电路、电源检查电路、欠压判别电路等。控制器的电路原理如图 1 所示。

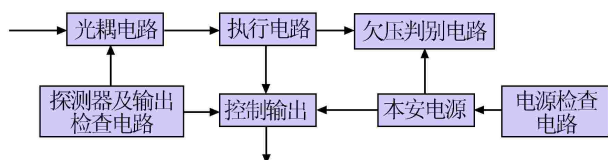


图 1 产气式自动干粉抑爆系统控制器电原理图

控制器的主要技术指标:

电源:Ni-MH9Ah 1.2V DC×6 节

信号输入:大于 2 mA

信号输出:0.5~1.5A 7.2V DC

输入 2 路信号,输出 3 路信号

连续工作时间:大于 6 个月

防爆标志:Exia II BT4

有电源指示、电源欠压显示、抑爆器通断检测显示功能。

1.3 抑爆器^[5]

抑爆器由喷嘴、贮粉罐、干粉灭火剂、产气器、接线盒组成。抑爆系统及抑爆器结构如图 2。

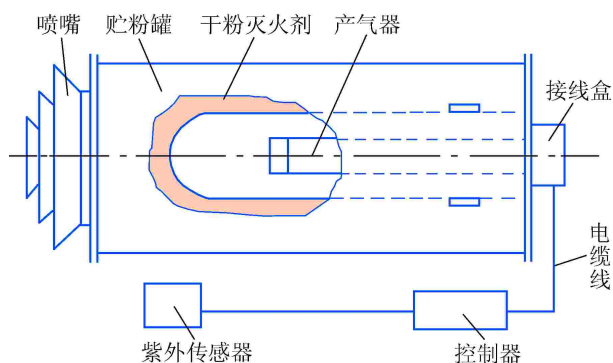


图 2 抑爆系统结构图

抑爆器主要技术指标:

触发电流:大于等于 0.4 A

触发电压:大于等于 3.0 V

单位抑爆面积:大于等于 0.3 m²/kg

灭火剂充装率:0.88 kg/l±0.08 kg/l

抑爆系统响应时间:小于等于 200 ms

2 产气式自动干粉抑爆试验

2.1 抑爆器喷射灭火剂实验

在敞开空间试验装置中进行了抑爆器喷射灭火剂的试验,用 FastCom Super 1000 C 系统拍摄抑爆器喷射灭火剂的高速摄影照片,由图片计算抑爆器的喷粉滞后时间为 16 ms,抑爆器从触发到形成最佳粉雾状态的时间约为 160 ms,雾体存在时间 1.6 s。

2.2 抑爆试验

2.2.1 天然气模拟试验装置

天然气爆炸模拟试验装置高 3.5 m、长 4 m、宽 3 m、边墙高 0.9 m,上部由角钢和槽钢架设的框架组成,用于封膜和固定抑爆器,下方有点火支撑杆和紫外传感器安放位置。在底面中心上方的 0.5 m 处,用工业电雷管引火药头点燃天然气,用 0.18 mm 的聚氯乙烯塑料膜将模拟试验装置封膜,有效体积约为 50 m³。

2.2.2 天然气爆炸及抑爆试验

紫外传感器侧向安装,距点火源 1 m,面对点火源。3 只抑爆器(共 36 kg 灭火剂)安装于框架顶部(高 3.5 m)纵向线上,喷嘴朝下。点火源位于距底部 0.8 m 的框架中心处,能量为 1.0 J。用塑料膜密封空间,向其充入天然气,使其体积分数达到 7.6%。

模拟天然气爆炸结果显示其火焰传播到 10 m 以上高度,塑料封膜被点燃全部烧完,试验框架上试验前所扎的塑料条也着火全部烧光,爆炸试验的温度高达 1 100 °C。

天然气爆炸抑爆试验表明,天然气点爆后,天然气爆炸火焰与抑爆器快速喷撒出来的灭火剂混合相互作用,天然气爆炸火焰被扑灭,塑料封膜没有被点燃,没有被烧的痕迹,试验前捆在试验框架四周上的普通塑料条完好无损,没有被烧掉,证明爆炸火焰已被扑灭,阻止了爆炸的传播。图 3 为天然气爆炸及抑爆试验的温度测试曲线,从图可知产气式自动干粉抑爆系统将爆炸温度降低到 580 °C 以下。

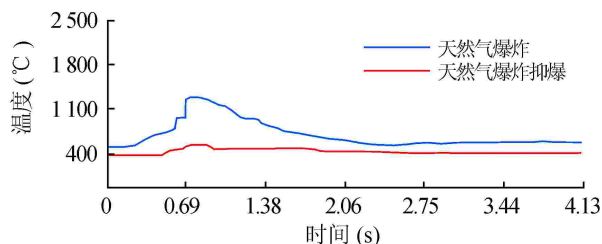


图 3 天然气爆炸及抑爆的温度曲线图

模拟天然气爆炸抑爆试验表明:产气式自动干粉抑爆系统能有效抑制天然气燃烧与爆炸,将爆炸温度降低到 580 °C 以下,可以有效防止天然气爆炸的传播和发展。

3 结论

1)我国目前缺乏能有效扑灭天然气爆炸火焰、阻止爆炸传播的技术装备,CNG 加气站作为易燃易爆气体储存场所,安全装备落后,存在严重的火灾与爆炸危险。

2)研制的产气式自动干粉抑爆系统是新一代自动灭火抑爆产品,由紫外传感器、控制器、抑爆器组成。紫外传感器能抗太阳光、一般电源光的干扰,控制器工作稳定、可靠,抑爆系统响应时间快。具有动作速度快、抗干扰能力强、可靠性高、安装使用方便等优点。

3)产气式自动干粉抑爆系统能有效扑灭天然气爆炸,将爆炸温度降低到 580 °C 以下,使火焰在很小范围内熄灭,不致引起外围天然气的爆炸,最大限度地减少了灾害损失。

参 考 文 献

- [1] 薛鹏涛,杨卫东,许长泳.压缩天然气加气站设备选型与运行管理[J].煤气与热力,2004,26(6):348-349.
- [2] 黄海波,杨建军,李开国,等.CNG 加气站设备失效与爆炸燃烧风险评价[J].西华大学学报,2005,24(4):17-20.
- [3] 蔡周全.CNG 加气站自动灭火抑爆技术与装备可行性研究报告[R].[S.l.]:煤科总院重庆分院,2001.
- [4] 黄晓玲.紫外火焰检测器的研制[J].仪器仪表学报,1999,20(5):323-325.
- [5] 蔡周全.产气式自动抑爆器基本参数确定[J].矿业安全与环保,2000,28(1):29-31.

(修改回稿时间 2009-02-20 编辑 何 明)