

文章编号: 1006-9941(2003)02-0110-03

烟火自动控制的新进展

Demianenko D, et. al.

(金韶华, 田野, 松全才翻译整理)

摘要: 由烟火自控元件组成的烟火自动控制系统, 是烟火学发展的最新成就, 在航天技术、化工生产自动化、安全生产、消防技术中大有发展前途。常用于烟火自动系统的烟火自动元件包括: 起动型元件、传递型元件、时间编程元件、信号转换型、逻辑型和执行型元件。用于装填上述烟火自动元件的烟火剂也应有相应的特性。文中给出一种在化工过程中应用烟火自动控制系统的实例。

关键词: 烟火器材; 烟火剂; 烟火自动控制

中图分类号: V512

文献标识码: A

1 烟火自动控制

烟火器材在军用、民用领域中占有重要地位, 具有多种功能用途。但是作为完整的自动控制系统, 一个由烟火器材组成的控制系统, 却是烟火学发展的最新成就, 在航天技术、化工生产自动化、安全生产、消防技术中大有发展前途。

烟火自动控制系统由烟火自控元件的合理组合构成。这类烟火器材应该保证在外界因素或者是系统内部所给予的指令(以烟火方式)作用下起动自动系统(使自动系统动作), 执行相应的操作。具体讲来, 这类器材应满足下列要求:

(1) 应该是多功能的, 即能保证解决尽可能多的自动对象系统的任务要求;

(2) 器材的结构应是模块式的, 具有接插件, 以便组合应用;

(3) 应该密封, 不应在其工作期间或之后向周围环境释放有害气体。

由此, 所使用的烟火剂也应满足相应的要求, 即:

(1) 烟火药应是少气或无气型(用于专门发生气体的药剂不在此列);

(2) 药剂应易点燃, 且能在密封条件下、在具有高热导率、小尺寸的器材元件通道内、较大温度变化情况下稳定地燃烧;

(3) 药剂应有足够的热和辐射稳定性;

(4) 药剂组分应尽可能简单、种类应该多样化, 具

有多用性。

常用于烟火自动系统的烟火自动元件包括: 起动型元件、传递型元件、时间编程元件和执行型元件。

起动型元件大部分属于热传感元件。该元件的特点是使用一种在一定温度范围内可自燃的烟火药柱, 其自燃范围可在 220 ~ 600 °C 范围内变化。在研制热敏元件时, 也考虑到了自燃温度和元件加热速率的关系。借助于具有激发式结构和含有可引发点火网络的点火管机械式传感器(例如惯性式起动机构)可将火焰信号转变为力学作用或者压力。

传递型元件利用燃烧速率为 $15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的导火索来保证火焰指令的传送。导火索是一种特制的, 位于坚实金属外壳内的烟火药柱, 该金属外壳可以是铜、铁铜-镍合金等等, 这种金属管外径可达 4 mm。该导火索具有一定塑性, 因此, 可以用这种导火索制成具有复杂立体结构的密封式火焰网络(线路)。

传递元件的典型代表是导火管, 这是一种内径为 2.5 ~ 4 mm 的空心管, 在管子的一端放有在燃烧时生成(气流)热质点和火焰作用力的烟火药块。而在另一端则装有能在该质点流或火焰作用下被点燃的烟火药块。这种质点流速可达每秒几十米。这种导火管传递火焰信号的可靠距离可达 1.5 m。导火管可以弯曲, 不过其传递信号的距离相应地减小。为了提高火焰信号传递的可靠性和距离, 还可使用中间加强药块。

时间编程元件的工作原理是利用一组延期装置(延期模块)安装在火焰网络中。

表 1 中列出了俄国已经商品化的烟火剂名称及其用途。表 2 中列出在延期模块中所使用的烟火剂特性

值。这些药剂属于在密封条件下使用的药剂,因此,气体产物很少甚至没有。

表 1 用于烟火自动器材的烟火剂

Table 1 Pyrotechnic agent used in pyrotechnic automatic elements

名称及商品代号	用途
慢燃低气体药剂 MMGC	装填时间编程元件;延期模块;慢燃的导火索;用于加热有记忆效应合金的接触点
速燃低气体药剂 FMGC	延期模块;导火管和端部元件
点火密封药剂 IGC	热接受器;惰性启动机构,电点火装置和端部元件;具有导火管时间编程,延期模块和其它装置功能的密封而又传递信号的元件
烟火装置的气体发生剂 GGCPM	烟火开关;打开分散装置;机械式的烟火接触件;逻辑元件
烟火接点用药剂 PCC	化学性的烟火接触件
热点燃剂 TIC	热接受器
阴阳极用烟火剂 APC 和 CPC	烟火发电装置
低温气体发生剂 GGCLT	低温气体发生器
烟火切割药剂 PC	烟火切割炬

表 2 在 3M 型延期模块中所使用的烟火剂特性

Table 2 Characteristics of the pyrotechnic agent used in 3M delay module

商品名称		工作时间 /ms	可信度 $\pm \Delta x$ (置信区间 0.95)	温度系数/% ($\pm 60\text{ }^\circ\text{C}$)	燃速 / $\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$
BMGS-1	BM-0006	6	5.7	-	330
	BM-0010	10	3.5	2.3	460
	BM-0020	20	3.5	11.5	480
	BM-0040	40	4.0	7.8	510
BMGS-2	BM-0035	35	2.8	7.2	520
BMGS-3		80	6.0	8.2	230
BMGS-4		250	3.5	20.0	80
BMGS-5		920	3.0	15.0	21.3
M3S	-2	2000	3.0	16.0	-
	-4	4000	3.3	16.2	1.1 ~ 1.2
	-7	7000	3.0	16.2	-
	-12	12000	2.8	20.0	-
BMGS-6		125 ~ 1250	2 ~ 3.5	17 ~ 20	15 ~ 160
BMGS-7		500 ~ 1400	2 ~ 4	6 ~ 15	14.5 ~ 34

也可使用烟火时间编程组件来实现给定的严格的工作程序,这种组件可以在 500 s 范围内连续、顺序地发出 10 个火焰信号,而每个信号间隔可以小到只有 0.05 s。在 $\pm 60\text{ }^\circ\text{C}$ 间,信号发出的准确度不小于 92%。

在复杂的烟火自动系统中,指令信号不但能以火焰指令形式发出,也可用冲击波形式发出,而且还可以电脉冲形式传递。因此,就需要将一种信号传递转换为另一种信号的组件,即所谓的“终端元件——转换元件”。终端元件有几种,将燃烧信号转换为爆轰的元件是基于使用火雷管或者起爆药块,也有不使用起爆药的元件。

一种保护火焰网络不受爆轰气体产物作用的固定环管也是终端元件的一部分。这种元件使用一种特殊

药剂,在燃烧终了时,它会生成坚实的玻璃渣状“塞盖”,结实地和部件外壳连在一起。

下列烟火器材,也是具有烟火动作的器材,如烟火阀门、烟火接触件、烟火栓销以及用于打孔、切割各种单层、多层材料、复合材料的烟火器材(例如烟火流切割炬),都属于执行型器材。

烟火流切割炬用于切割复合材料(钢、塑钢、钢筋混凝土等)。当点火后,在外壳内形成燃烧产物的超压,借助于喷嘴构成高温(3 000 ~ 3 300 K)的高速射流,可以切割材料。实际上,烟火切割炬可以切割目前所有类型的材料,用于各种拆卸场合。其效能取决于切割炬构造、烟火剂配方和药块的数量。切割炬既可用于地面,也能用于水下、宇宙航行条件下的拆卸工作。在表 3 中

列出了用于切割复合材料的一种切割炬的性能。

表3 用于切割复合材料的切割炬

切割炬性能	1型切割炬	2型切割炬
工作时间/s	4~6	8~10
环切钢器件的直径/mm	15	25
在3mm厚钢板上可切割长度/mm	120	300
炬的质量/kg	0.7	1.0

2 烟火自动装置的应用

烟火自动系统品种多,应用广泛,下面举例说明如何利用烟火自动装置,在不需任何电源条件下,实行化工事故保护的系统工作。一种烟火自动系统的原理性配置如图1所示,该系统能保护一个化学反应器,而在该反应器内进行着有潜在危险的化学反应。

作为出现事故的信号是反应器的两个部件(传感器)的温度,分别达到 T_1 、 T_2 ,反应器内压力达到 P_1 ,这些参量出现正是安全系统起动的根据。当达到温度 T_1 、 T_2 时,传感器 TP_1 和 TP_2 起动(自身引燃),为了防止错误启动,在火焰网络中装有逻辑元件 Le_1 的“和”,“和”只在两个传感器同时动作下才发出火焰指令。当反应器内压力升高时,则起动触发机构 PM_1 ,它使烟火发电机 $PGEG_1$ 开始工作。这时时间器件PTU发出指令给烟火阀门 PK_1 和 PK_2 ,这两个阀门分别是反应器进料阀门和停止泵运转的阀门(即是使烟火接片 P_3 断开)。同时,发电机 $PGEG_1$ 还向远程反应器控制板发出电信号。过一段时间后,控制板向烟火阀门 PK_3 给出指令,使之打开事故冷却系统。反应器在 τ_3

瞬间烟火销栓 PC_1 也启动,使得触发机构 PM_2 也动作。当反应器内压力高于 P_2 时,则 PM_2 通过终端元件TE使具有“燃烧——爆轰”作用的加长炸药柱动作,它可打开事故排料口。在排完料后,过 τ_4 瞬间通过了逻辑元件 Le_3 “和”关闭烟火阀门 PK_3 ,它可提供中和用液体。同时, $PGEG_3$ 又向遥控板给出事故处理过程结束的电信号。

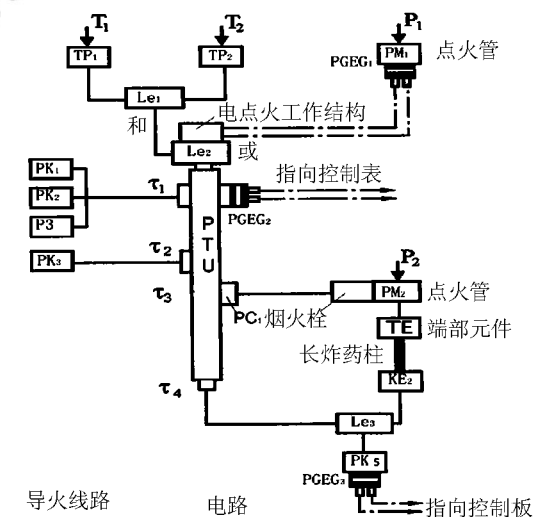


图1 实行化工事故保护的烟火控制系统示意图

Fig.1 Schematic diagram of pyrotechnic automatic controlling system available for protection from chemical engineering process

非电系统的烟火自控装置既可用于局部的,也可用于系统的其它类似物理工作原则的场合。这类系统优点在于不要求使用电源,高度抗干扰稳定性,对外界作用(即包括气候、电磁波等干扰)的稳定性高,高度可靠,使用寿命长(可达15年),安装后不需要什么维护。

New Developments of Pyrotechnic Automatic Controlling

Demianenko D, et. al.

(Translated and sorted out by JIN Shao-hua, TIAN Ye, SONG Quan-cai)

Abstract: Pyrotechnic automatic controlling system consisting of pyrotechnic automatic elements is one of the latest development of pyroautomatics, and this kind of system is quite promising in the fields of astronautics, fire fighting, automation of chemical processes, safety in production and so on. Pyrotechnic automatic elements widely used in pyrotechnic automatic systems include initiating, transmitting, time-programming, signal-transforming, logical, and executive elements. The pyrotechnic agents used for different kinds of pyrotechnic automatic elements should have different properties. Several compositions and elements for automatic controlling and an example for protection control of chemical processes have been given.

Key words: pyrotechnic element; pyrotechnic agent; pyrotechnic automatic controlling