



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207785707 U

(45)授权公告日 2018.08.31

(21)申请号 201720948804.3

(22)申请日 2017.08.01

(66)本国优先权数据

201710119860.0 2017.03.01 CN

201710117707.4 2017.03.01 CN

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 266101 山东省青岛市市南区延安三路218号

专利权人 中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院

(72)发明人 牟小冬 郎需庆 尚祖政 牟善军

姜春明 吴京峰 谈龙妹 于辉

王林 陶彬 刘全楨

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 蒋爱花 陈小莲

(51)Int.Cl.

A62C 5/02(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

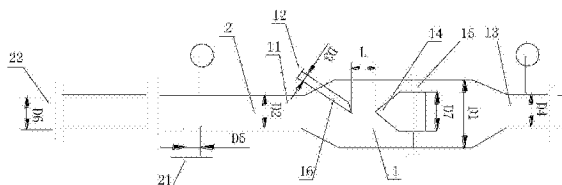
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

## (54)实用新型名称

一种利用液化介质的泡沫产生装置

## (57)摘要

本实用新型公开了一种利用液化介质的泡沫产生装置,该泡沫产生装置包括具有泡沫产生腔的泡沫产生器(1),所述泡沫产生腔具有用于输入泡沫混合液的泡沫混合液入口(11)、用于输入液化介质的液化介质入口(12)以及用于输出泡沫的泡沫出口(13);其中,在所述泡沫产生腔内,液化介质与泡沫混合液混合气化并发泡,以从所述泡沫出口(13)输出用于灭火的泡沫。本实用新型提供的泡沫产生装置能够产生大流量泡沫,而且采用该泡沫产生装置产生泡沫占用空间小,利于现场布置。另外,本实用新型采用液氮等惰性介质参与泡沫发泡,在泡沫破裂后会释放出惰性气体,这些惰性气体在燃烧物质表面也能起到抑制燃烧的作用,有助于加速火灾的扑灭。



1. 泡沫产生装置,其特征在于,该泡沫产生装置包括具有泡沫产生腔的泡沫产生器(1),所述泡沫产生腔具有用于输入泡沫混合液的泡沫混合液入口(11)、用于输入液化介质的液化介质入口(12)以及用于输出泡沫的泡沫出口(13);其中,在所述泡沫产生腔内,液化介质与泡沫混合液混合气化并发泡,以从所述泡沫出口(13)输出用于灭火的泡沫。

2. 根据权利要求1所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫产生器(1)为筒状结构,所述筒状结构的一端设置有至少一个所述泡沫混合液入口(11),所述筒状结构的另一端设置有至少一个所述泡沫出口(13),所述液化介质入口(12)与所述泡沫混合液入口(11)成角度设置。

3. 根据权利要求2所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫混合液入口(11)设置有一个,所述液化介质入口(12)围绕所述泡沫混合液入口(11)设置有一个或多个,每个所述液化介质入口(12)的方向与所述泡沫混合液入口(11)的方向之间的角度为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

4. 根据权利要求2所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫混合液入口(11)设置有一个,所述液化介质入口(12)围绕所述泡沫混合液入口(11)设置有多,多个所述液化介质入口(12)的方向在横向上依次偏离于径向方向,使得所述液化介质入口(12)进入的液流能够旋转流动。

5. 根据权利要求1所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述液化介质入口(12)设置有伸向所述泡沫产生腔内的输入管(16)。

6. 根据权利要求2所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫混合液入口(11)、所述液化介质入口(12)和所述泡沫出口(13)各设置有一个;其中,所述筒状结构的直径D1与所述泡沫混合液入口(11)的直径D2之间的关系为: $D1/D2=1.1\sim 4$ ;所述泡沫混合液入口(11)的直径D2与所述液化介质入口(12)的直径D3之间的关系为: $D2/D3=4\sim 10$ ;所述筒状结构的直径D1与所述泡沫出口(13)的直径D4之间的关系为: $D1/D4=0.8\sim 2$ 。

7. 根据权利要求1~6中任意一项所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫产生腔内设置有用于扰动液流的至少一个扰流器(14)。

8. 根据权利要求7所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述扰流器(14)形成为锥形结构、半球形结构、或平台结构;

所述锥形结构的锥形顶、所述半球形结构的球形顶或所述平台结构的平台顶面朝向所述泡沫混合液入口(11)。

9. 根据权利要求7所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述扰流器(14)的横截面为圆形结构,所述扰流器(14)的直径D7与所述泡沫混合液入口(11)的直径D2之间的关系为: $D7/D2=1\sim 4$ ;和/或,

所述扰流器(14)的顶端与液化介质在所述液化介质入口(12)处的流出口之间的距离L为 $0\sim 100\text{mm}$ 。

10. 根据权利要求7所述的泡沫产生装置,其特征在于,所述泡沫产生腔内设置有至少一个间隔设置的多孔结构(15);每个所述多孔结构(15)上设置有多孔;所述多孔结构(15)的孔朝向所述泡沫混合液入口(11),且所述多孔结构(15)相对所述扰流器(14)的顶部远离所述泡沫混合液入口(11)。

## 一种利用液化介质的泡沫产生装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及消防灭火技术,具体涉及一种利用液化介质的泡沫产生装置。

### 背景技术

[0002] 现有的压缩气体泡沫灭火主要采用气体与泡沫混合液混合产生泡沫的方式进行灭火。具体的压缩气体泡沫灭火方式主要有常压式压缩气体泡沫灭火及储气式泡沫灭火两种方式。

[0003] 其中,常压式压缩气体泡沫灭火通常采用压缩机或压缩气体钢瓶的方式进行供气,在喷射过程压力基本保持不变,而压缩机及压缩气体钢瓶供气量有限,无法满足大流量高压力的要求,而若需实现大流量高压力供气,则需设置多台压缩机或压缩气体钢瓶(如以一台流量150L/S的泡沫消防车为例,气体的供给流量是1050L/s,其供气需要由多台大型空压机供给),其占用空间大,在油库罐区、装置区往往不具备布置的空间,不利于现场布置。而且采用吸气方式产生的泡沫存在以下缺陷:泡沫气泡大小不一、泡沫不均匀、性能不稳定、泡沫容易破碎、抗烧性差、灭火效率不高等缺陷。

[0004] 另一种储气式泡沫灭火通常在灭火剂容器内存储压缩气体,在大流量喷射时,压缩气体将大量消耗,喷射压力将随喷射持续而大幅降低,此时为保证灭火剂的高压喷射,则需及时向灭火剂容器内补充压缩气体,而在大流量喷射状态下,仅靠空压机及压缩气体钢瓶根本无法保证压缩气体的足量补充,导致无法有效实现高压喷射要求,影响灭火效果。当进行重大火灾灭火时,则需要生产大流量泡沫灭火,此时泡沫混合液流量提高,压缩气体的供气量也需随之增大,而现有的压缩气体泡沫产生方式无法实现大流量高压压缩气体的供应,其泡沫混合液流量仅20~30L/s,目前主要应用于一般规模的火灾扑救,如建筑物火灾、地面小范围流淌火等,其无法在大型储罐火灾或大规模的地面流淌火灾中的应用。

[0005] 为此,需提供一种新的产生泡沫的方式来克服现有技术中采用压缩气体泡沫灭火及储气式泡沫灭火所存在的缺陷。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型提供一种利用液化介质的泡沫产生装置,以解决现有技术中采用压缩气体泡沫灭火及储气式泡沫灭火所存在的缺陷。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型泡沫产生装置,该泡沫产生装置包括具有泡沫产生腔的泡沫产生器,所述泡沫产生腔具有用于输入泡沫混合液的泡沫混合液入口、用于输入液化介质的液化介质入口以及用于输出泡沫的泡沫出口;其中,在所述泡沫产生腔内,液化介质与泡沫混合液混合气化并发泡,以从所述泡沫出口输出用于灭火的泡沫。

[0008] 优选地,所述泡沫产生器为筒状结构,所述筒状结构的一端设置有至少一个所述泡沫混合液入口,所述筒状结构的另一端设置有至少一个所述泡沫出口,所述液化介质入口与所述泡沫混合液入口成角度设置。

[0009] 优选地,所述泡沫混合液入口设置有一个,所述液化介质入口围绕所述泡沫混合

液入口设置有一个或多个,每个所述液化介质入口的方向与所述泡沫混合液入口的方向之间的角度为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。

[0010] 优选地,所述泡沫混合液入口设置有一个,所述液化介质入口围绕所述泡沫混合液入口设置有一个,多个所述液化介质入口的方向在横向上依次偏离于径向方向,使得所述液化介质入口进入的液流能够旋转流动。

[0011] 优选地,所述液化介质入口设置有伸向所述泡沫产生腔内的输入管。

[0012] 优选地,所述泡沫混合液入口、所述液化介质入口和所述泡沫出口各设置有一个;其中,所述筒状结构的直径D1与所述泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为: $D1/D2=1.1\sim 4$ ;所述泡沫混合液入口的直径D2与所述液化介质入口的直径D3之间的关系为: $D2/D3=4\sim 10$ ;所述筒状结构的直径D1与所述泡沫出口的直径D4之间的关系为: $D1/D4=0.8\sim 2$ 。

[0013] 优选地,所述泡沫产生腔内设置有用于扰动液流的至少一个扰流器。

[0014] 优选地,所述扰流器形成为锥形结构、半球形结构或平台结构;

[0015] 所述锥形结构的锥形顶、所述半球形结构的球形顶或所述平台结构的平台顶面向所述泡沫混合液入口。

[0016] 优选地,所述扰流器的横截面为圆形结构,所述扰流器的直径D7与所述泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为: $D7/D2=1.0\sim 4$ ;

[0017] 所述扰流器的顶端与液化介质在所述液化介质入口处的流出口之间的距离L为 $0\sim 100\text{mm}$ 。

[0018] 优选地,所述泡沫产生腔内设置有至少一个间隔设置的多孔结构;每个所述多孔结构上设置有一个或多个孔;所述多孔结构的孔朝向所述泡沫混合液入口,且所述多孔结构相对所述扰流器的顶部远离所述泡沫混合液入口。

[0019] 本实用新型提供的泡沫产生装置避开了大型空压机组供气的技术路线,也避开了液氮等液化介质通过大型气化装置进行换热气化生产大量压缩气体的路线,而是采用将液氮、液体二氧化碳等液化介质直接注入泡沫混合液换热并同时发泡的方式来获取大流量泡沫,能够满足灭火的需求。而且本实用新型提供的泡沫产生装置占用空间小,利于现场布置。

## 附图说明

[0020] 图1为根据本实用新型的一个实施方式中泡沫产生装置的结构示意图;

[0021] 图2为锥形结构的扰流器的结构示意图;

[0022] 图3为半球形结构的扰流器的结构示意图;

[0023] 图4为平台结构的扰流器的结构示意图;

[0024] 图5为本实用新型的一个实施方式中泡沫产生系统的结构示意图。

[0025] 附图标记说明:

[0026] 1-泡沫产生器;11-泡沫混合液入口;12-液化介质入口;13-泡沫出口;14-扰流器;141-安装部;15-多孔结构;16-输入管;2-原液混合器;21-原液入口;22-水入口;3-液氮罐;4-泡沫供给装置;5-供水装置;6-泡沫原液罐;71-第一管路;72-第二管路;73-第三管路;74-第四管路;75-第一流量调节器;76-第二流量调节器;77-第三流量调节器;78-第四流量调节器;79-控制器;8-泡沫输出装置;81-泡沫输送管;82-泡沫喷射管;9-储罐;100-泡沫产

生系统。

### 具体实施方式

[0027] 以下对本实用新型的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本实用新型,并不用于限制本实用新型。

[0028] 本实用新型提供了一种泡沫产生装置,该泡沫产生装置包括具有泡沫产生腔的泡沫产生器1,所述泡沫产生腔具有用于输入泡沫混合液的泡沫混合液入口11、用于输入液化介质的液化介质入口12以及用于输出泡沫的泡沫出口13;其中,在所述泡沫产生腔内,液化介质与泡沫混合液混合并气化,以从所述泡沫出口13输出用于灭火的泡沫。

[0029] 本实用新型提供的泡沫产生装置避开了大型空压机组供气的技术路线,也避开了液氮等液化介质通过大型气化装置进行换热气化生产大量压缩气体的路线,而是采用将液氮、液体二氧化碳等液化介质直接注入泡沫混合液换热并同时发泡的方式来获取大流量泡沫,能够满足灭火的需求。

[0030] 采用本实用新型提供的泡沫产生装置来产生灭火泡沫,相比现有技术中采用压缩空气产生泡沫的方式,避免了在大流量喷射需求时需配备多台空压机、压缩气体钢瓶而导致的占用空间大的问题。采用该泡沫产生装置产生泡沫,占用空间小,利于现场布置。

[0031] 所述液化介质在与泡沫混合液混合后产生的泡沫是用于灭火,因此,液化介质所产生的气体的种类限定为有助于灭火,即能够对火起到抑制和窒息作用的气体,且对泡沫本身不能有破坏作用。优选地,所述液化介质可以为液氮、液体二氧化碳、液化惰性气体、液化卤代烃气体中的至少一种。本实用新型采用液氮等惰性介质参与泡沫发泡,在泡沫破裂后会释放出惰性气体,这些惰性气体在燃烧物质表面也能起到抑制燃烧的作用,有助于加速火灾的扑灭。

[0032] 液化介质通常在室温环境下即气化为气体,因此无需额外操作即可获得气体。因此,所述液化介质可以以液体流形式通入泡沫产生器1中与泡沫混合液进行混合,在混合过程中液化介质气化,产生大量的气体,从而进行发泡。

[0033] 在本实用新型的优选实施方式中,所述液化介质所产生的气体与所述液化介质的体积的比值(即产气率)不低于100,优选为200~1500,更优选为500~1000。

[0034] 由于液化介质例如液氮能够迅速产生气体且产生的气体能够便利地与泡沫混合液产生气泡,且液化介质的膨胀比通常较大,不低于100,很多甚至高达500以上,例如液氮的膨胀比通常为710,也即1体积的液氮通常可以提供710体积的氮气,而常规压缩空气的压缩比不超过20,由此由液化介质产生的气体的体积与液化介质本身的体积相比大大增加,在获得相同量的气体的情况下所使用的液化介质的体积较小,因此可以直接将液化介质如液氮来与泡沫混合液送入到泡沫产生器内混合产生泡沫,而无需先把液化介质气化,再将气化得到的气体与泡沫混合液混合,由此大大降低了泡沫产生装置的体积,提高了装置的灵活性和拓宽了应用场所。

[0035] 以扑救10万立方米储罐全面积火灾为例,来对比分析负压式泡沫(吸气式泡沫)、由液氮供气的压缩气体泡沫及由压缩机组供气的压缩气体泡沫的配置情况。

[0036] (1) 对于负压式泡沫灭火系统,基于国外的灭火案例以及《日本消防法》、API、LASTFIRE等国际权威标准规范与储罐火灾研究组织的推荐值,对于10万立方米储罐全面积

火灾的扑救,其泡沫混合液的供给强度至少需 $9\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ,泡沫混合液流量至少需 $45216\text{L}/\text{min}$ ,灭火时间至少需 $60\text{min}$ ,均以最小值计,泡沫混合液的消耗量是 $2712\text{m}^3$ 。

[0037] (2) 对于压缩机供气的压缩气体泡沫灭火系统,一般认为压缩气体泡沫灭火系统所需泡沫供给强度为负压式泡沫灭火系统的 $1/4$ ,但由于 $10$ 万立方米储罐全面积火灾的灭火面积较大,根据本实用新型的实用新型人的大尺度油盘灭火实验数据,其泡沫供给强度较合适的为 $5.4\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ,泡沫混合液流量是 $27130\text{L}/\text{min}$ 。以发泡倍数 $7$ 为目标,其供气量应至少是 $190\text{m}^3/\text{min}$ ,加上损失量,供气量不低于 $200\text{m}^3/\text{min}$ 。按照目前的大型空压机组供气能力( $20\text{--}28\text{m}^3/\text{min}$ ),则需要配置 $7\text{--}10$ 台大型空压机并联进行供气,每台空压机的占地面积约 $5\text{--}6\text{m}^2$ ,则空压机组的总占地面积是 $35\text{--}70\text{m}^2$ 。灭火时间为 $60\text{min}$ ,泡沫混合液的消耗量是 $1627\text{m}^3$ 。其中所述大尺度油盘灭火实验是指在直径 $21\text{m}$ 的油池内,将柴油点燃,形成全面积火灾,然后利用泡沫灭火装置向油盘内喷射泡沫,进行灭火测试。

[0038] (3) 对于液氮供气的压缩气体泡沫灭火系统,泡沫供给强度也为 $5.4\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ,泡沫混合液流量是 $27130\text{L}/\text{min}$ 。以发泡倍数 $7$ 为目标,其供气量应至少是 $190\text{m}^3/\text{min}$ ,加上损失量,供气量不低于 $200\text{m}^3/\text{min}$ 。 $60\text{min}$ 内供气量是 $12000\text{m}^3$ ,液氮气化后体积是 $710$ 倍,所以所需液氮量是 $17\text{m}^3$ 。实际灭火时间为 $60\text{min}$ ,泡沫混合液的消耗量是 $1627\text{m}^3$ 。一台液氮罐车的容积一般是 $25\text{m}^3$ ,占地面积约是 $10\text{m}^2$ 。该液氮罐车满载液氮后,持续供给时间是 $88\text{min}$ 。具体对比如下表1。

[0039] 表1

[0040]

供气方式	供给时间/ $60\text{min}$	泡沫混合液消耗量/ $\text{m}^3$	供气设备数量	供气设备占地面积	现场布置难易程度
吸气式发泡	$60\text{min}$	$2712$	无	无	
压缩机供气	$60\text{min}$	$1627$	$7\text{--}10$ 台	$35\text{--}70\text{m}^2$	1、现场一般无法布置如此多的空压机,且输气管路复杂;2、输气管也占用灭火现场的场地面积, $7\text{--}10$ 根高压输气管线将严重影响其他消防车辆和人员的通行。因此理论上可行,现场应用价值极小。
液氮供气	$60\text{min}$	$1627$	$1$ 台	$10\text{m}^2$	1、现场方便布置,仅一台液氮罐车,仅一根液氮管线。2、实际可供给时间是 $88\text{min}$ 。3、采用氮气发泡,泡沫破裂后析出的氮气也有助于灭火,属于双重灭火作用,优于压缩空气泡沫系统。

[0041] 从上述比较可以看出,采用本实用新型液氮供气方式可以大大减小供气设备所需的场地面积、降低供气难度,使得大面积灭火成为可能。

[0042] 在液化介质与泡沫混合液混合过程中,液化介质与泡沫混合液的优选流量比例可以通过计算得到。本实用新型的实用新型人发现,液化介质与泡沫混合液的流量满足下述关系时能够获得质量更好的压缩气体泡沫: $L=mV/nf$ 。其中, $L$ 是液化介质的体积流量, $m$ 为

设定的发泡倍数,取值一般在5-200优选5-20更优选在6-8范围内, $V$ 是发泡物质的体积流量, $n$ 为气体源能够产生的气体体积与所述气体源的体积的比值, $f$ 是管路损失,取值在1-1.4范围内。其中发泡物质的体积流量 $V$ 根据火灾面积由《泡沫灭火系统设计规范》(GB50151-2010)确定。压缩气体泡沫的质量更好是指泡沫持续时间更长、更不容易破裂,从而灭火效果更好。

[0043] 控制液化介质和泡沫混合液的比例控制泡沫混合液入口11和液化介质入口12的流量比例,这可以在各个口处可设置流量计、压力表及控制阀来控制。

[0044] 本实施方式中,优选设置泡沫混合液入口11和液化介质入口12的流量比例为:80~160:1,更优选为90~110:1。

[0045] 通常地,所述液化介质选用液氮。以液氮为例,一份液氮气化后变成710份氮气,即体积膨胀710倍。根据实验测试结果,若实现良好的压缩气体泡沫,泡沫混合液与液氮的体积流量比例在90~110:1范围内。

[0046] 优选地,液氮以1MPa以上,优选1-2MPa的压力与泡沫混合液混合;泡沫混合液以0.8MPa以上,优选为0.8-1.5MPa的压力与液化介质混合。

[0047] 由于泡沫混合液是主要常温流体,其与液氮混合后,泡沫混合液可充分与液氮换热,液氮在泡沫混合液流体内快速气化,并立即参与发泡。液氮气化后,泡沫混合液因流量很大,液体温度降低很少,完全可忽略,不影响泡沫质量。即使液氮与泡沫混合液初次接触时,泡沫混合液可能会产生少量冰碴,但在后续流动中,冰碴会很快融化,完全不影响发泡。

[0048] 下面根据附图对本实用新型提供的泡沫产生装置的具体结构进行详细说明。

[0049] 本实施方式中,如图1所示,泡沫产生器1为筒状结构,该筒状结构的一端设置有至少一个所述泡沫混合液入口11,筒状结构的另一端设置有至少一个泡沫出口13,液化介质入口12与泡沫混合液入口11成角度设置,使得两种液体在输入泡沫产生腔的同时,还具有一定的交叉流动,使其能够产生湍流而具有好的混合效果。

[0050] 优选地,在泡沫混合液入口11设置有一个,液化介质入口12围绕所述泡沫混合液入口11设置有一个或多个,每个所述液化介质入口12的方向与所述泡沫混合液入口11的方向之间的角度为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ,更优选为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 。如图1所示的实施例中,液化介质入口12设置有一个;另外的实施例中,液化介质入口12可围绕泡沫混合液入口11设置有多个。

[0051] 在所述泡沫混合液入口11、所述液化介质入口12和泡沫出口13各设置有一个的情况下;所述筒状结构的直径 $D1$ 与所述泡沫混合液入口11的直径 $D2$ 之间的关系为: $D1/D2=1.1\sim 4$ ,优选 $D1/D2=1.4\sim 2.0$ ;所述泡沫混合液入口11的直径 $D2$ 与所述液化介质入口12的直径 $D3$ 之间的关系为: $D2/D3=4\sim 10$ ;所述筒状结构的直径 $D1$ 与所述泡沫出口13的直径 $D4$ 之间的关系为: $D1/D4=0.8\sim 2$ ,优选 $D1/D4=0.8\sim 1.2$ 。通过控制各口的直径符合上述关系,有助于控制各个入口的流量关系,从而能够使得发泡更充分,从而获得的泡沫质量更高。

[0052] 本领域技术人员可以理解的是,泡沫混合液入口11、液化介质入口12和泡沫出口13并不限于如上所述的设置,为达到所需要的混合效果,可以对泡沫混合液入口11、液化介质入口12和泡沫出口13的设置做出各种改变或变形。

[0053] 例如,在另外的实施方式中,泡沫混合液入口11可设置一个,液化介质入口12围绕所述泡沫混合液入口11设置有一个或多个,且多个液化介质入口12的方向在横向上依次偏离于径

向方向,使得液化介质入口12进入的液流能够旋转流动。其中,泡沫产生器1的筒状结构从一端至另一端的方向为纵向,与纵向垂直的方向为所述横向。

[0054] 另外,泡沫出口13也可设置多个,用于分别连接喷射管路,从而通过一个泡沫产生器1,向多个方向喷射。

[0055] 为更好地控制从液化介质入口12进入的液化介质的流向,所述液化介质入口12可设置伸向泡沫产生腔内的输入管16(如图1所示)。

[0056] 此外,本实施方式中,在泡沫产生器1的泡沫产生腔内设置有用于扰动液流的至少一个扰流器14。

[0057] 其中,所述扰流器14可形成为锥形结构(如图2)、半球形结构(如图3)或者平台结构(如图4)或其他不规则形状的结构,所述锥形结构的锥形顶、所述半球形结构的球形顶或者所述平台结构的平台顶面朝向所述泡沫混合液入口11。优选地,所述扰流器14的横截面为圆形结构,该扰流器14的直径D7与所述泡沫混合液入口11的直径D2之间的关系为: $D7/D2=1\sim 4$ ,优选 $D7/D2=1.0\sim 1.6$ 。该扰流器14的直径D7与泡沫混合液入口11的直径D2之间的比例是一个优选的范围,而如果D7与D2比例失调会造成泡沫发泡不充分、阻力变大及流量降低等不良现象。比如,若扰流器的直径D7比例变小,则发泡不充分,而如果D7的比例变大,则会造成阻力大,流量降低。总之,D7与D2的比例关系偏离上述比例关系的程度越大,对发泡的影响程度越大。

[0058] 优选地,所述扰流器14的顶端与液化介质在所述液化介质入口12处的流出口之间的距离L为0~100mm。在该优选方式下,混合物料能够形成湍流,从而使气液混合更充分,获得质量更高的泡沫。而如果扰流器14的顶端距离液化介质入口12很远,则会导致无法形成湍流,气液混合不充分。

[0059] 扰流器14上可设置用于固定在泡沫产生腔内的安装部141。如图1中显示的锥形扰流器14,该扰流器14安装为锥形顶朝向泡沫混合液入口11,液化介质和泡沫混合液的液流冲向扰流器14,可打碎液流,使得流体扰动,从而液化介质和泡沫混合液充分混合,以获得发泡均匀、性能良好的泡沫。

[0060] 当然,扰流器14设置方式也不限于如上所述,例如,可设置多个扰流器,分布在泡沫产生腔内的不同位置,而且任何形式的能够对液流起到扰流作用的扰流器均可。

[0061] 本实施方式中,泡沫产生器1的泡沫产生腔内还设置有至少一个间隔设置的孔板或丝网等多孔结构15,每个所述多孔结构15上设置有多个孔;所述多孔结构15的孔朝向所述泡沫混合液入口11,且所述多孔结构15相对所述扰流器14的顶部远离所述泡沫混合液入口11。被扰流器14打碎的液流,从扰流器14的周围冲向多孔结构15,可通过多孔结构15进一步对液流进行扰动,使其进一步混合。

[0062] 该泡沫产生装置在具体应用时,泡沫混合液入口11可连接用于盛放泡沫混合液的容器,或者连接用于混合泡沫原液和水以获取泡沫混合液的原液混合器2;液化介质入口12可连接(例如)液氮罐,或者液氮罐车。

[0063] 在图1所示的实施方式中,泡沫混合液入口11连接原液混合器2,原液混合器2具有用于输入泡沫原液的原液入口21和用于输入水的水入口22,泡沫原液和水分别从原液入口21和水入口22进入到原液混合器2中混合可获得泡沫混合液,然后泡沫混合液从泡沫混合液入口11进入到泡沫产生器1内。为获得合适浓度的泡沫混合液,需控制泡沫原液和水向原



液混合器2的输送流量,这也可以在原液入口21和水入口22设置流量计和控制阀等控制。

[0064] 本实施方式中,优选地,原液混合器2的水入口22的直径D6与原液入口21的直径D5之间的关系为: $D6/D5=8\sim 14$ ;水入口22的直径D6与泡沫混合液入口11的直径D2之间的关系为: $D6/D2=1.0\sim 1.4$ 。

[0065] 在泡沫产生器1的泡沫出口13可连接长度超过40m的管道,液化介质与泡沫混合液在泡沫产生器1内混合后,使其经过长度超过40m的管道输送到喷射口,在这个管道内流动时,液化介质与泡沫混合液也将进行充分反复混合,在喷出前,将形成稳定的性能良好的泡沫。

[0066] 本实用新型提供的泡沫产生装置可与供水装置、液化介质供给装置和/或泡沫原液供给装置连接形成泡沫产生系统而用于灭火设备上,例如,灭火器、消防泡沫车或高喷车上。所述灭火设备通过所述泡沫产生装置产生泡沫,能够产生大流量泡沫,而且占用空间小。

[0067] 下面以包括有本实用新型提供的泡沫产生装置的泡沫产生系统100为例描述本实用新型提供的技术方案。

[0068] 如图5所示,该泡沫产生系统100包括泡沫供给装置4、供水装置5及泡沫输出装置8。

[0069] 在一实施方式中,泡沫供给装置4包括泡沫产生器1、原液混合器2、液化介质供给装置(即液氮罐3)和泡沫原液供给装置(即泡沫原液罐6),其中,原液混合器2连接供水装置5和泡沫原液罐6,泡沫产生器1连接原液混合器2和液氮罐3,以向泡沫产生器1内输入泡沫混合液和液氮。

[0070] 原液混合器2的用于输入泡沫原液的原液入口21与泡沫原液罐6连接,原液混合器2的水入口22与供水装置5连接,原液混合器2的出口与泡沫产生器1连接。原液入口21提供的泡沫原液和水入口22提供的水进入到原液混合器2内混合产生泡沫混合液,该产生的泡沫混合液输出到泡沫产生器1内。

[0071] 优选地,如图5所示,泡沫产生系统100进一步包括第一管路71、第二管路72、第三管路73、第四管路74、第一流量调节器75、第二流量调节器76、第三流量调节器77、第四流量调节器78和控制器79。

[0072] 第一管路71的第一端与泡沫原液罐6的出口相连,第一管路71的第二端与原液混合器2的泡沫原液入口21相连。第二管路72的第一端与供水装置5连接相连,第二管路72的第二端与原液混合器2的水入口22相连。

[0073] 第三管路73的第一端与该原液混合器2的出口相连,第三管路73的第二端与泡沫产生器1的泡沫混合液入口11连接。第四管路74的第一端与液氮罐3的出口相连,第四管路74的第二端与泡沫产生器1的液化介质入口12相连。

[0074] 第一流量调节器75设在第一管路71上,第二流量调节器76设在第二管路72上,第三流量调节器77设在第三管路73上,第四流量调节器78设在第四管路74上。

[0075] 控制器79与第一流量调节器75相连以便控制第一管路71内的泡沫原液的流量,控制器79与第二流量调节器76相连以便控制第二管路72内的水的流量,控制器79与第三流量调节器77相连以便控制第三管路73内的泡沫混合液的流量,控制器79与第四流量调节器78相连以便控制第四管路74内的液氮流量,由此可以获得更好的发泡效果,提高泡沫质量。

[0076] 优选地,第一流量调节器75、第二流量调节器76、第三流量调节器77和第四流量调节器78中的每一个可以包括流量计和流量控制阀。该流量计和该流量控制阀中的每一个可以设在第一管路71、第二管路72、第三管路73和第四管路74中的相应的一个上。例如,第一流量调节器75的流量计和流量控制阀可以设在第一管路71上。

[0077] 控制器79可以与该流量计和该流量控制阀中的每一个相连以便根据该流量计的检测值控制该流量控制阀的开度,由此可以控制管路内的流体的流量。

[0078] 在一个实施方式中,如图5所示,泡沫产生系统100可以进一步包括泡沫输出装置8,泡沫输出装置8具有泡沫进口和泡沫喷射口,该泡沫进口与泡沫产生器1的泡沫出口连通以便泡沫产生器1提供的泡沫进入到泡沫输出装置8内,该泡沫进口与该泡沫喷射口连通以便泡沫输出装置8将泡沫喷射到目标物体上。通过设置泡沫输出装置8,从而可以更加方便地、准确地将泡沫喷射到目标物体上。

[0079] 在一个实施方式中,泡沫输出装置8可以包括具有伸缩臂的举高喷射消防车和柔性的泡沫输送管81。泡沫输送管81的第一端口为该泡沫进口,泡沫输送管81的第二端口为该泡沫喷射口,泡沫输送管81的邻近第二端口的部分设在伸缩臂上。

[0080] 通过伸出该伸缩臂,从而可以使泡沫输送管81的第二端口更加邻近目标物体(例如着火点),即可以使该泡沫喷射口更加邻近目标物体,从而可以更加有效地将泡沫喷射到目标物体上,由此可以实现精准喷射,以便减少泡沫损失量、提高灭火效率。通过使泡沫输送管81具有柔性,从而可以使泡沫输送管81更加容易地随着该伸缩臂伸出和缩回。

[0081] 在一个实施方式中,泡沫输出装置8可以包括消防机器人和柔性的泡沫输送管81。该消防机器人具有泡沫进口和泡沫喷射口,泡沫输送管81的第一端与该泡沫出口相连,泡沫输送管81的第二端与该泡沫进口相连。

[0082] 在向目标物体喷射泡沫时,该消防机器人可以移动到目标物体附近,从而可以更加有效地将泡沫喷射到目标物体上,由此可以实现精准喷射,以便减少泡沫损失量、提高灭火效率。通过使泡沫输送管81具有柔性,从而可以使泡沫输送管81更加容易地随着该消防机器人移动。包括该泡沫输出装置8的泡沫产生系统100可以用于扑灭地面流淌火。

[0083] 在一个实施方式中,泡沫输出装置8可以包括泡沫输送管81和环形的泡沫喷射管82。泡沫喷射管82适于绕用于储存可燃物质的储罐9(例如大型的储油罐)设置,即当泡沫喷射管82处于使用状态时,泡沫喷射管82绕用于储存可燃物质的储罐9设置。换言之,泡沫喷射管82可以是圆形或椭圆形。

[0084] 泡沫喷射管82上设有沿泡沫喷射管82的周向间隔开的多个该泡沫喷射口。泡沫输送管81的第一端与该泡沫出口相连,泡沫输送管81的第二端与泡沫喷射管82相连,即泡沫喷射管82的第一端可以是该泡沫进口。包括该泡沫输出装置8的泡沫产生系统100可以用于成品油油库、中型站场储罐的灭火。

[0085] 下面再通过具体实施例对本实用新型提供的泡沫产生装置及其应用进行描述。

[0086] 实施例1

[0087] 采用本实用新型提供的泡沫产生装置产生泡沫,其中的泡沫产生器具有1个泡沫混合液入口、1个液氮入口(即液化介质入口)和1个泡沫出口,泡沫出口和泡沫混合液入口分别位于筒状结构的两端。泡沫混合液入口的直径D2与液氮入口的直径D3之间的关系为: $D2/D3=8$ ,筒状结构的直径D1与泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为: $D1/D2=1.4$ ,筒状

结构的直径D1与泡沫出口的直径D4之间的关系为： $D1/D4=1.2$ ，泡沫产生腔内设置有扰流器，所述扰流器形成为图2所示的圆锥形结构，所述圆锥形结构的锥形顶朝向泡沫混合液入口，所述扰流器的横截面为圆形结构，所述扰流器的直径D7与所述泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为： $D7/D2=1.2$ ，扰流器的顶端与液氮在入口处的流出口之间的距离L为10mm。液氮储罐和泡沫混合液储罐各自通过管道与泡沫产生器连通，所述液氮管道入口的方向与泡沫混合液入口的方向之间的角度为 $10^\circ$ 。

[0088] 以 $2\text{m}^3$ 泡沫混合液储罐内储存 $1.5\text{m}^3$ 泡沫混合液(购自江苏江亚公司的3%型水成膜泡沫液产品)为例，输液管管径为DN25，泡沫混合液储罐内工作压力1.2MPa，液氮储罐内工作压力为2MPa。根据公式 $mV=nLf$ 确定液氮的流量，其中泡沫混合液的流量 $V=11.4\text{L}/\text{min}$ ，设定发泡倍数 $m=7$ ， $n=710$ ， $f=1.01$ ，由此确定液氮的流量为 $0.11\text{L}/\text{min}$ ，将液氮和泡沫混合液以上述流量送入图1所示的泡沫产生器1中进行混合产生泡沫，泡沫从泡沫出口喷射出。采用《泡沫灭火剂标准》(GB15308-2006)记载的方法测得实际的泡沫发泡倍数是7.1，25%析液时间是3min。

[0089] 将该泡沫经过泡沫输出装置输送至灭火区域进行灭火，结果成功扑灭 $4.52\text{m}^3$ 的国标准油盘火，灭火时间仅需100s，远高于同类泡沫，采用液氮代替空压机后实现了压缩空气泡沫灭火装置的大流量喷射。

#### [0090] 实施例2

[0091] 采用本实用新型提供泡沫产生装置产生泡沫，其中的泡沫产生器具有1个泡沫混合液入口、1个液氮入口和1个泡沫出口，泡沫出口和泡沫混合液入口分别位于筒状结构的两端。泡沫混合液入口的直径D2与液氮入口的直径D3之间的关系为： $D2/D3=10$ ，筒状结构的直径D1与泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为： $D1/D2=2$ ，筒状结构的直径D1与泡沫出口的直径D4之间的关系为： $D1/D4=1.2$ ，泡沫产生腔内设置有扰流器，所述扰流器形成为图3所示的半球形结构，所述半球形结构的球形顶朝向泡沫混合液入口，所述扰流器的横截面为圆形结构，所述扰流器的直径D7与所述泡沫混合液入口的直径D2之间的关系为： $D7/D2=1.6$ ，扰流器的顶端与液氮在入口处的流出口之间的距离L为30mm。液氮储罐和泡沫混合液储罐各自通过管道与泡沫产生器连通，所述液氮管道入口的方向与泡沫混合液入口的方向之间的角度为 $30^\circ$ 。

[0092] 以 $20\text{m}^3$ 泡沫混合液储罐内储存 $15\text{m}^3$ 泡沫混合液(与实施例1相同)为例，输液管管径为DN150，泡沫混合液储罐内的工作压力0.8MPa，液氮储罐内的工作压力为1.5MPa。根据公式 $mV=nLf$ 确定液氮的流量，其中泡沫混合液的流量 $V=3000\text{L}/\text{min}$ ，设定发泡倍数 $m=8$ ， $n=710$ ， $f=1.17$ ，由此确定液氮的流量为 $28.9\text{L}/\text{min}$ ，将液氮和泡沫混合液以上述流量送入图1所示的泡沫产生器1中进行混合产生泡沫，泡沫从泡沫产生器1的泡沫出口喷射出。采用与实施例1相同的方法确定泡沫发泡倍数是7.2，测得25%析液时间是3min。

[0093] 将该泡沫经过泡沫输出装置输送至灭火区域进行灭火，结果成功扑灭 $450\text{m}^2$ 的5000立方米油罐火灾仅需25s，实现了压缩空气泡沫灭火装置的大流量喷射，灭火时间远比现有消防设备的灭火时间短。

#### [0094] 实施例3

[0095] 按照实施例2的方法进行产生泡沫和灭火，不同的是，液氮与泡沫混合液的流量分别为 $0.074\text{L}/\text{min}$ 和 $11.4\text{L}/\text{min}$ 。结果灭火时间延长为55s。

[0096] 实施例4

[0097] 按照实施例2的方法进行产生泡沫和灭火,不同的是,泡沫混合液入口的直径D2与液氮入口的直径D3之间的关系为: $D2/D3=3$ 。结果灭火时间延长为95s。采用与实施例1相同的方法测得实际泡沫发泡倍数是4.2,25%析液时间是1.5min。

[0098] 实施例5

[0099] 按照实施例2的方法进行产生泡沫和灭火,不同的是,扰流器14的顶端与液氮在入口12处的流出口之间的距离L为150mm。结果灭火时间延长为75s。采用与实施例1相同的方法测得实际的泡沫发泡倍数是4.9,25%析液时间是2.0min。

[0100] 实施例6

[0101] 消防车包括一台25m<sup>3</sup>的液氮储罐车和一台高喷车,高喷车配置有混合装置(与实施例1相同)和提供泡沫原液(抗溶水成膜泡沫液AFFF/AR-3%)的泡沫运输车,高喷车的喷射管管径取DN120,配置一台150L/s(1.0MPa)的消防泵。通过固定式消防水管网向消防车供水。

[0102] 将液氮、泡沫原液与水分别以189L/min、270L/min和8730L/min送入泡沫产生器中进行混合产生泡沫,泡沫从泡沫产生器的泡沫出口喷射出,泡沫的流量9000L/min,喷射距离40m,举高高度30m。采用与实施例1相同的方法测得25%析液时间是3min。

[0103] 实施例7

[0104] 以液态二氧化碳为液化介质,设定发泡倍数为7,泡沫混合液流量为150L/s。液态二氧化碳喷射方向与泡沫混合液的流动方向相对,在泡沫产生装置中,液体二氧化碳与泡沫混合液相向喷射。

[0105] 调整液态二氧化碳的流量为1.55L/s。在液态二氧化碳喷出的瞬间,液态二氧化碳被高速的泡沫混合液流撞击,迅速气化、分散,并与泡沫混合液剧烈混合,通过一定长度的泡沫输送管线,产生均匀、细腻的泡沫。

[0106] 以上结合附图详细描述了本实用新型的优选实施方式,但是,本实用新型并不限于此。在本实用新型的技术构思范围内,可以对本实用新型的技术方案进行多种简单变型,包括各个具体技术特征以任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本实用新型对各种可能的组合方式不再另行说明。但这些简单变型和组合同样应当视为本实用新型所公开的内容,均属于本实用新型的保护范围。

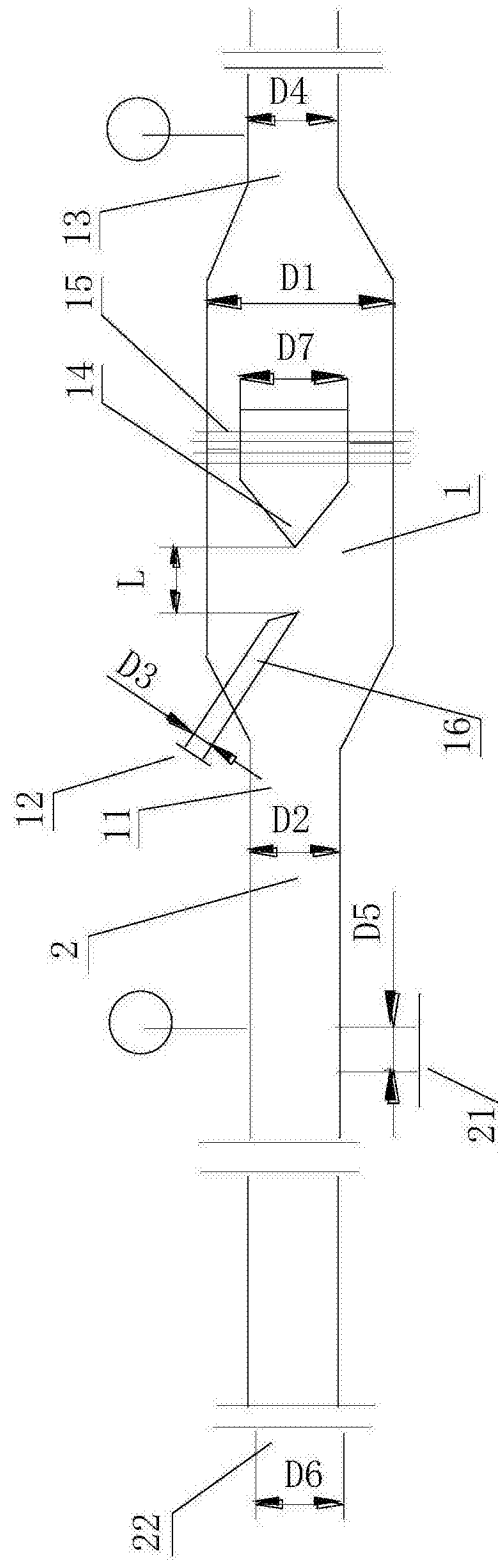


图1

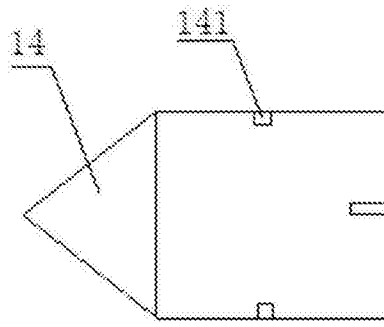


图2

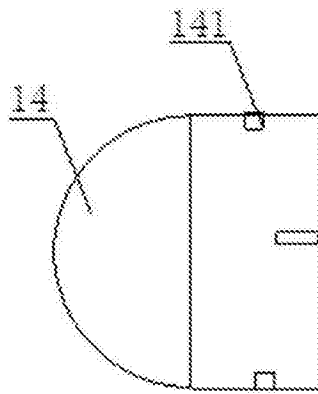


图3

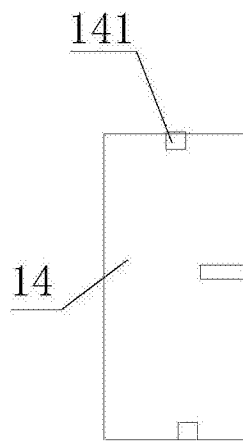


图4

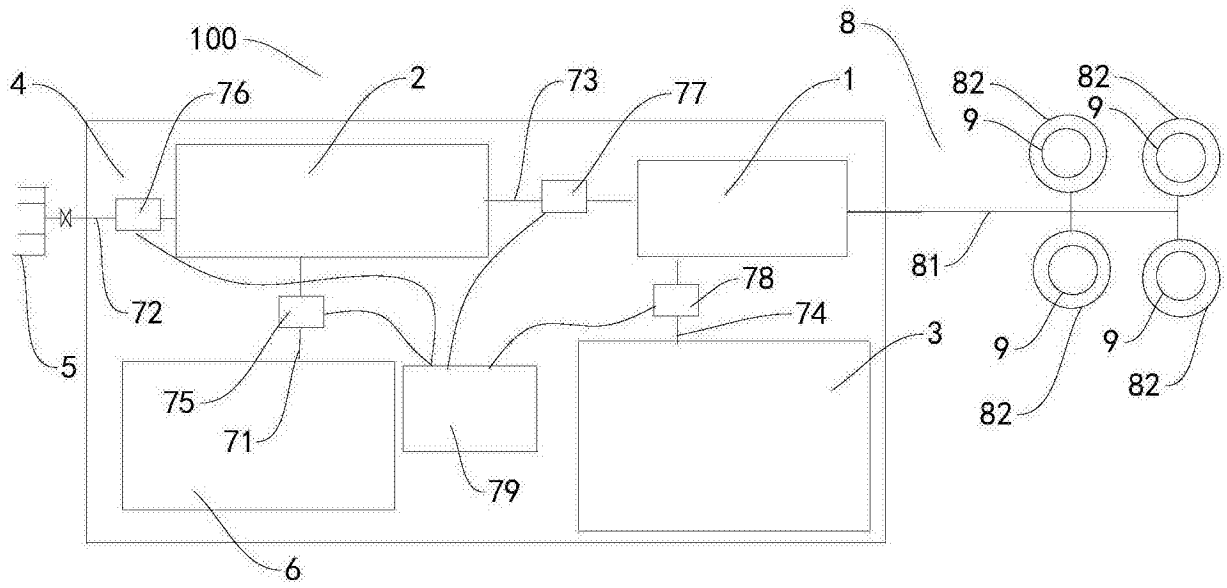


图5