



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103097660 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201080068248. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 07. 27

E21F 1/00 (2006. 01)

E21F 1/08 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2013. 01. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/HR2010/000026 2010. 07. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02012/013992 EN 2012. 02. 02

(71) 申请人 约瑟夫·帕韦蒂

地址 克罗地亚新西塞

(72) 发明人 约瑟夫·帕韦蒂 艾弗·帕韦蒂

斯韦博·帕韦蒂

(74) 专利代理机构 北京天平专利商标代理有限公司

公司 11239

代理人 王永辉

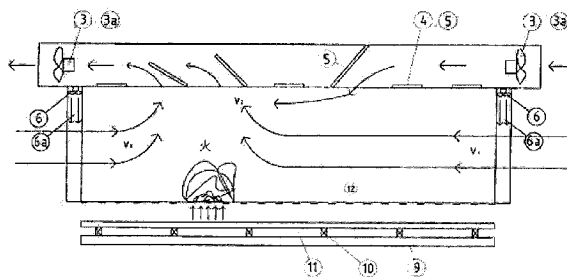
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

### (54) 发明名称

一种正常情况下和发生火灾时隧道通风的方法和系统

### (57) 摘要

具有一个水平隔墙 (1) 的隧道通风系统被分割成三个独立的通风管道 (4) 和 (5), 其具有防火挡板, 在紧急情况下密封的关闭通风管道。它们的位置决定于隧道中测量的参数值和隧道内是否发生火灾, 如果发生火灾, 其具体位置。风扇 (3, 3a) 的运行决定于隧道内占主导地位的情况。风障 (6a) 阻止了从环境中进入到隧道内的空气超过了设计的量。所述系统还包括一个管状槽 (9), 沿着长度方向埋设于行车道的下方, 其内存储有足够灭火的稀氧空气。当火灾发生时, 稀氧空气被释放到隧道内的着火位置。



1. 一种正常情况下和发生火灾时的隧道通风系统,其中,隧道被一个水平隔墙(1)分割成行车部和通风部,在给定的行车高度,所述系统包括一个侧面逃生通道(16),通过一个具有弹簧的压力门(15)从行车部进入,所述通风部位于水平隔墙(1)的上方且被垂直隔墙(2)分割成三个独立的通风管道,所述通风管道沿着隧道的长度方向间隔50-100米设置,包括内置的挡板(4)和(5)的列,所述系统还包括一个用于监测隧道内情况的系统,一个控制系统,所述控制系统具有一个监测的电脑软件且用于正常情况下和发生火灾时的控制系统,和至少三个风扇(3,3a),所述风扇设置于至少一个隧道入口的通风管道的入口处,其特征在于,在位于侧面的逃生通道(16)内的过压是由一个或多个风扇(14)提供的,所述风扇(14)安装于至少一个隧道入口处的机房内;所述系统还包括一个管状槽(9),所述管状槽(9)沿着长度方向埋设于行车道的下方,其内储存有稀氧空气,其储量足够扑灭两个部位的火,其中一个部位是位于两个邻接的挡板(4)和(5)列之间的空间,当火灾发生的时候,稀氧空气通过爆发活门(10)和配送管(11)从栅状管道(12)被输送到隧道内的火势影响区域;在所述隧道的至少一侧,所述系统包括风扇(6),所述风扇(6)产生一个风障(6a),所述风障(6a)阻止环境中的新鲜空气进入到隧道内从而超过设计的量,从而保持在发生火灾时下隧道内的空气的运动处于稳定的状态。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述风扇(3)被沿轴向/对角线安装在在侧面通风管道,具有一个用于分离固体颗粒的系统,安装于中间管道的风扇(3a)是可逆的/轴向的。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,挡板(4)和(5)是防火的电动或液压挡板,安装于水平隔墙(1)在三个通风管道中,从而覆盖顶板的整个宽度,从隧道的一侧到另一侧。当其关闭时,具有很好的密封性能,侧面管道的挡板(4)沿着纵向轴方向打开,而中间管道的挡板(5)沿着垂直于管道纵向轴的轴的方向打开。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,用于监测隧道内情况的系统包括用于检测 $O_2$ ,CO浓度的探头(13),用于检测能见度的腔室和/或传感器,用于检测温度和烟雾的探头(7),和用于检测空气流速的探头(8),通过探头(13)和能见度传感器测量到的参数来控制通风管道内的风扇(3,3a)的运行,根据探头(8)测量到的参数选择开启/关闭至少一个风扇(6),从而控制风障(6a)。

5. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述管状槽(9)存储有稀氧压缩空气。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述管状槽(9)存储有任何其他的气体灭火剂。

7. 根据前述任何权利要求所述的系统,其特征在于,侧面管道具有一个较中间管道大的剖面,所有上述的通风管道用于在发生火灾时,确保持续不断的将有毒气体和烟排出隧道,正常情况下,当隧道中的CO浓度升高且能见度降低时,中间管道用于将新鲜的空气补充道隧道中。

8. 根据前述任何权利要求所述的系统,其特征在于,发生火灾时,中间管道用于将有毒气体和烟排出隧道,但是,当燃烧区域位于靠近一侧隧道入口位置时,其用于输入新鲜空气。

9. 一种通过权利要求1到8所述的系统在正常情况下和发生火灾时在隧道内通风和灭火的方法,最大允许设计空气量 $q_{\max}$ 被限定用于在正常情况下和发生火灾时隧道通风,其特

征在于,所述方法包括:

— 测量空气流速  $V$ ,在从入口到隧道内最大 50 米的距离,且通过风障 (6) 选择风障 (6a) 的开启和关闭,允许新鲜空气从隧道入口进入到隧道的量仅仅达到设计的最大允许空气量  $q_{\max}$ ,可以通过安装的风扇 (3,3a) 排出,和

— 同时测量隧道内的空气流速  $V$ ,每隔 300 到 500 米,根据空气流速  $V$ ,探头 (8) 控制安装在隧道入口处的机房内的风扇 (3) 和 (3a) 的运行能力,和

— 同时通过探头 (13) 检测  $O_2$ ,CO 的浓度值和空气的能见度,探头 (13) 控制风扇 (3) 和 (3a),且根据所测量的参数值,通过侧面的通风管道均匀的抽吸隧道外地空气,最低限度要求的新鲜空气的量的供应被持续不断的提供,通过隧道入口,

— 通过探头检测温度和烟,而后确定火灾发生的位置,和

— 在通风管道中的挡板 (4) 和 (5) 的开启的控制决定于检测到的温度和烟的参数值,

以上提到的所有步骤被依功能连接起来,从而在隧道内建立起设计的空气流速  $V_2$ ,在正常情况下或火灾情况下;其中,所述侧面通风管道用于持续不断的将隧道内的有毒气体排出或发生火灾时产生的烟排出;

当  $O_2$ ,CO 的浓度较高 / 较低,且隧道中的空气能见度降低时,中间的通风管道用于将额外的新鲜空气输入;在发生火灾的情况下用于从隧道中排出污染的空气和烟,当火灾发生位置接近一个隧道入口时用于提供空气;

在正常情况下和发生火灾时,源源不断的新鲜空气的供给被提供,从隧道入口到隧道内,发生火灾的时候,空气被从隧道入口输送到接近于隧道内或者影响区域的挡板 (4) 和 (5)。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,如果在隧道内的一个特定区域所测得到的参数值超出了允许的范围,第一步,额外的新鲜空气通过中间管道被注入到各自的地方;如果参数值继续偏离允许的范围,则第二步,侧面抽吸风扇 (3) 被运行且通过隧道入口的额外的新鲜空气的供应被加强;如果参数值继续偏离允许的范围,第三步,中间管道将起到抽吸的功能。

11. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,当检测到火灾位于一个隧道入口附近时,中间通风管道的挡板 (5) 将密封的关闭管道侧壁,所述挡板 (5) 与燃烧区域至少保持一定的距离,以便空气流速检测探头 (8) 被设置在挡板 (5) 和火焰之间,中间管道的其余挡板 (5) 被放下,且距离燃烧区域较远的风扇 (3a) 运行用于输送新鲜空气,接近于燃烧区域的风扇 (3a) 运行以便其能够将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 的风扇 (6) 运行。

12. 根据权利要求 9 所述的方法,其特征在于,当检测到着火位置接近于隧道的中间部位时,位于燃烧区域边界的邻近的挡板 (5) 将关闭管道侧壁,以便其能够引导空气和烟通过中间通风管道流动到隧道的出口,中间管道的其他挡板 (5) 被放下,且位于两侧隧道入口的风扇 (3a) 运行以便将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 运行。

13. 根据权利要求 9,11 和 12 所述的方法,其特征在于,在探测到隧道内任何位置的着火情况后,位于燃烧区域边界的邻近的挡板 (4) 将限制侧面管道的侧壁,从而引导空气和烟通过侧面通风管道流向隧道出口,中间管道的其他挡板 (4) 被放下,在两侧隧道入口处

的风扇 (3) 运行,以便将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 运行。

14. 根据权利要求 11 到 13 所述的方法,其特征在于,当火被隔离在两个相邻的挡板 (4) 和 (5) 列之间后,稀氧压缩空气被同时从管状槽 (9) 输送到燃烧区域,通过爆发活门 (10) 和配送管 (11) 从栅状管道 (12) 输送到燃烧区域,稀氧空气的混合,灭火随即发生。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述管状槽 (9) 存储有稀氧压缩空气。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,灭火可以使用其他的适于本目的的任何其他灭火剂。

17. 根据权利要求 9 到 14 之一所述的方法,其特征在于,通过测量隧道内的空气流速  $V$  和  $O_2$ ,  $CO$  浓度和空气能见度,根据设计的空气流速  $V_2$  (3, 3a) 来控制风扇 (3, 3a) 的运行功率和方向和至少一个风障 (6a) 的开启 / 关闭,从环境中渗入的设计的空气量被控制,且设计的空气流动达到了正常水平,在正常情况下,测量的参数值超出了允许的范围,发生火灾时,在燃烧区域占主要地位。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其特征在于,在燃烧区域位置的邻近挡板 (5) 关闭中间管道或引导空气在所有三个通风管道内流动,且通过调节风扇的运行功率和方向和至少一个风障 (6a) 的开启 / 关闭,在燃烧区域将达到一种没有纵向气流的状态。

## 一种正常情况下和发生火灾时隧道通风的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种正常情况下和发生火灾时隧道通风的方法和一种通风系统,所述通风系统可以防止在发生火灾的情况下隧道中产生纵向气流,同时提供了一种在长隧道中的防火措施。本发明确保了在燃烧区域具有平稳的气流运动,同时将火扑灭以防止火和烟在隧道中扩散到燃烧区域以外。

### [0002] 技术问题

[0003] 现有隧道存在的问题,尤其是较长隧道中,是能通过一种简便有效的方法从隧道中清除有毒气体,结合有效快捷的灭火方法使得烟不能够扩散到隧道中没有受到火势影响的部分。本发明解决了这些技术问题,通过在隧道中提供稳定的气流,应用一个通风系统和一个隧道的通风方法,其中位于水平部分上方的通风部被垂直隔墙分割成三个独立的通风管道。在通风管道中具有挡板,所述挡板不同于标准的开闭器,可以提供很好的密封。另外,所述系统包括一个通风单元,所述通风单元被安装在一个机房内,所述机房位于隧道的入口处,使得所述通风单元的运行不会干扰交通的运行。由于有毒气体的连续不断的从隧道释放,所述通风和通风控制设备能够保证在正常情况下运行中和发生火灾的情况下最低限度地降低对隧道壁和隧道顶部的污染。隧道的通风控制系统同样允许空气循环到其抽出的位置,导致没有大的微小气候改变的发生。所述系统还允许设立一个净化系统,从而将有毒气体排出隧道。作为一个整体,本系统被设计为低功率水平,要求在其运行中具有最佳能源消耗。如果大火在隧道中突然发生,本发明所述的系统和方法能够确保火势被控制住一个位于两个邻接的挡板列之间的固定的范围内,本发明的一个主要特征的物化效果为烟扩散到隧道的其他部分是受到限制的,因为,此处没有新鲜空气流动通过火焰;通过挡板,烟直接经过侧面,如果需要,和中间的管道排出,新鲜空气通过两个隧道入口到达位于火焰前方的挡板,如果需要,可以部分的到达中间的管道。同时,当火焰发出信号并且探测到火焰的具体位置时,稀氧空气(含氧量较低的空气)被输送到火焰位置,且灭火步骤开启。新鲜空气被输送到位于火焰前方的挡板处,同时有毒气体和烟的释放通过至少两个通风管道,从而限制了烟在隧道内的扩散,且使得救援者可以从隧道的任何一侧自由进入。救援行动的实现通过放弃燃烧区域,朝向任何方向最终到达隧道的出口。除了采用输送稀氧空气的方法灭火外,本系统还可以通过其他的阻燃剂和系统灭火。

### 背景技术

[0004] 参考文献 CH433424 没有描述在整个隧道通风中具有 3 管道,仅仅在隧道的起始阶段具有一个辅助风扇(附图 4)。且同样描述了实现抽吸气体的方法(17-24 行),但是该方法不能够实现燃烧区域的稳定状态。该系统不能够阻止新鲜空气向着燃烧区域的流动。参考文献 CH471287 详细描述了悬挂式顶板和连接杆,以确保悬挂式顶板和隧道模板之间有更好的密封性,但其没有提供侧面的抽吸通风管道(图 1-5)。需要的防护是基于悬挂式顶板和和隔墙的设计和细节。所述悬挂式顶板的设计具有垂直的大梁,其仅仅一部分类似与我们的设计,但是我们的通风原则完全不同于该参考文献中所描述的,除了具有使用了 3

个管道这一点相似之处之外。

[0005] 参考文献 US1. 643863 描述了横向的通风系统,具有吸气管道,所述吸气管道设置于隧道入口的上方,还具有位于气流线下方的新鲜空气供应管道。在隧道中火势突然爆发的区域,此种设计不能够提供一个稳定的状态。其中功能上和结构上均与我们新的设计不相同。本发明所述的位于断面之上的三个通风管道不具有同样的通风功能,它们也不是以下技术方案中提供的通风管道的一部分,如在本发明中所述的,它们的数量可以多于或少于 3 个。

[0006] 没有一个现有的专利中的通风系统能够实现对旅客和隧道的保护,在隧道具有很长的长度的时候。根据它们不同的设计,其不能够确保燃烧区域的稳定状态,而这正是我们设计的主要优势技术特征。现有专利中的技术方案根本不能解决隧道中着火的问题,仅仅具有在普通情况下的通风功能。解决此问题的技术方案在于将新鲜空气输送到隧道中且将交通运行中产生的有毒气体排出。

## 发明内容

[0007] 本发明的实质在于,所述通风系统和方法产生了一种空气动力学,在正常情况下,确保有效的将有毒气体排出隧道;发生火灾时,确保在救援时能够发现燃烧区域的人员并将隧道内人员安全无障碍的撤离到具有新鲜空气的区域,不管他们朝哪个方向运动。另外,消防人员和救援人员能够携带新鲜空气到达燃烧区域。本发明所述隧道的通风系统提供了一个通风单元,所述通风单元位于水平隔墙上方,被垂直隔墙分割成三个独立的通风管道。安装于通风管道的是耐火挡板,在紧急情况下所述耐火挡板将会密封所述通风管道。它们的位置的控制决定于隧道中的测量参数,和隧道中是否起火,如果起火,和起火的位置。位于隧道入口部位的机房容纳有风扇,其运行与否决定于隧道内的主导情形。沿着隧道且在悬挂式顶板的下方,安装有一个用于精确快速探测隧道内情形的系统,包括确定着火的位置。另外,该系统由电脑软件控制,所述电脑软件用于监控和控制通风系统处于普通状况或着火状况,且能自行救援。本发明还提供了一种风障的应用,所述风障用于阻止超出设计量的空气从环境流入到隧道中,借此,希望的稳定的空气流量在正常情况下和着火的情况下均能达到。所述系统包括一个管状槽,所述管状槽纵向的设置于行车道的下方,且内部储存有足够用于两个部分灭火的稀氧空气(含氧量较低的空气),其中一个部分为位于两个挡板列之间的空间。当火灾发生时,稀氧空气被输送到隧道中燃烧区域的空间。本发明提供了一种用于正常情况下和发生火灾时的隧道通风方法,侧面的通风管道用于确保连续不断的将隧道内的有毒气体吸出隧道,而中间的通风管道用于在测量参数值增加的/降低的情况下将额外的新鲜空气引入到隧道内,在发生火灾的情况下,用于将有毒气体和烟排除隧道,在任何一个机房内新鲜空气从隧道两侧被源源不断的输送到隧道中,根据设计的隧道中的空气流动速率控制风扇的大小和方向,且至少一个风障被开启/关闭,借此,从环境中流入到隧道中的设计的空气的量被控制,且设计的空气到达在通常的情况下和增加/降低监测参数值的情况下,且在发生火灾时没有纵向的空气流动的情况下。所述方法包括根据检查到的隧道内的主要情况决定在所有三个管道内挡板的调节。

[0008] 附图说明和具体实施方式

[0009] 结合以下附图对本发明进行详细的描述:

[0010] 图 1 为隧道的横向剖面图。

[0011] 图 2 为具有逃生通道的隧道的横向剖面图。

[0012] 图 3 为逃生隧道的纵向剖面图。

[0013] 图 4 为隧道的纵向剖面图,图中显示了监测探头和安装的设备。

[0014] 图 5 为隧道的横向剖面图,其显示了正常情况下空气的流动。

[0015] 图 6 为隧道的横向剖面图,其显示了发生火灾时空气的流动。

[0016] 图 7 为隧道的纵向剖面图,其显示了发生火灾时空气的流动。

[0017] 图 8 显示了当火灾发生在邻近一端隧道口时,中间管道挡板的位置和风扇的运行。

[0018] 图 9 显示了当火灾发生在隧道中部时,中间管道挡板的位置和风扇的运行。

[0019] 图 10 显示了当火灾发生在隧道内任何位置时,中间管道挡板的位置和风扇的运行。

[0020] 所述隧道通风系统包括悬挂式顶板的使用,所述悬挂式顶板的上方具有 2 个隔墙 (2),或者说是 3 个管道,所述管道内部具有防火挡板 (4) 和 (5),其尺寸能够确保足够的空气输入流量,在从一个侧面管道吸入并扩散到另一个侧面管道的过程中,实际上是从一个隧道的侧壁到另一个侧壁。侧面管道的挡板 (4) 沿着纵向轴方向打开,中间管道的挡板 (5) 沿着与管道纵向轴垂直的轴的方向打开。在交通运行中,所有挡板的驱动被安放且能够被保持在通风管道。

[0021] 所述用于正常情况下和发生火灾时的隧道通风系统,在给定的高度,所述隧道被一个水平的隔墙 (1) 分为行车部和通风部,所述系统包括一个侧面的逃生隧道 (16),从行车部通过一个具有弹簧的压力门 (15) 进入逃生隧道 (16),所述通风部位于水平隔墙 (1) 的上方,且被垂直隔墙 (2) 分成三个独立的通风管道 (2),所述通风管道沿着隧道间隔 50-100 米的长度设置,包括内置的挡板 (4) 和 (5) 的列,所述系统还包括一个监测隧道内情况的系统,一个控制系统,所述控制系统具有一个监测的电脑软件且用于正常情况下和发生火灾时的控制系统,和至少三个风扇 (3, 3a),所述风扇设置于至少一个隧道入口的通风管道的入口处。位于侧面的逃生通道 (16) 内地过压是由一个或多个风扇 (14) 提供的,所述风扇 (14) 安装于至少一个隧道入口处的机房内;所述系统还包括一个管状槽 (9),所述管状槽 (9) 沿着长度方向埋设于行车道的下方,其内储存有稀氧空气,其储量足够灭掉两个部位的火,其中一个部位是位于两个邻接的挡板 (4) 和 (5) 列之间的空间,当火灾发生的时候,稀氧空气通过爆发活门 (10) 和配送管 (11) 从栅状管道 (12) 被输送到隧道内的火势影响区域;在所述隧道的至少一侧,所述系统包括风扇 (6),所述风扇 (6) 产生一个风障 (6a),所述风障 (6a) 阻止环境中的新鲜空气进入到隧道内从而超过设计的量,从而保持在火灾情况下隧道内的空气的运动处于稳定的状态。在侧面管道中的风扇 (3) 被沿轴向 / 对角线安装,所述风扇 (3) 具有一个用于分离固体颗粒的系统,安装于中间管道的风扇 (3a) 是可逆的 / 轴向的。

[0022] 挡板 (4) 和 (5) 是防火的电动或液压挡板,安装于水平隔墙 (1) 在三个通风管道中,从而覆盖顶板的整个宽度,从隧道的一侧到另一侧。当其关闭时,具有很好的密封性能,侧面管道的挡板 (4) 沿着纵向轴方向打开,而中间管道的挡板 (5) 沿着垂直于管道纵向轴的轴的方向打开。用于监测隧道内情况的系统包括用于检测  $O_2$ 、 $CO$  浓度的探头 (13),用于检

测能见度的腔室和 / 或传感器,用于检测温度和烟雾的探头 (7),和用于检测空气流速的探头 (8)。通过探头 (13) 和能见度传感器测量到的参数来控制通风管道内的风扇 (3, 3a) 的运行,根据探头 (8) 测量到的参数选择开启 / 关闭至少一个风扇 (6),从而控制风障 (6a)。另外,侧面管道具有一个较大的剖面,当所有上述的通风管道用于在发生火灾时,确保持续不断的将有毒气体和烟排出隧道,正常情况下,当隧道中的 CO 浓度升高且能见度降低时,中间管道用于将新鲜的空气补充道隧道中。发生火灾时,中间管道用于将有毒气体和烟排出隧道,但是,当燃烧区域位于靠近一侧隧道出口位置时,其用于输入新鲜空气。图 1 为隧道的横向剖面图,由图 1 可见,在设定的交通工具的高度,所述隧道被水平隔墙 (7) 分割成行车部和通风部。位于水平隔墙上方的通风部被垂直隔墙 (2) 分割成三个独立的通风管道,其中,侧面管道具有较大的轮廓而中间管道具有较小的轮廓。在每个隧道入口处的通风管道的入口至少安装有三个风扇 (3, 3a),所述安装在侧面管道中的风扇 3,是沿轴向 / 对角线,所述风扇 (3a) 安装于中间管道中,是可逆的 / 轴向的。风扇 (3, 3a) 被安装在每个隧道入口的机房内,且它们在维护时不会影响到隧道内的交通运行。图 3 显示了隧道和隧道内在正常情况下空气流动的截面图,其中侧面管道用于持续不断的将隧道内的污染空气排出,使污染空气中隧道内保持最低水平,且使得新鲜空气从隧道入口处进入。在紧急和正常情况下的情况下,新鲜空气可以通过中间管道输入。如果在隧道的某个部位  $O_2$ 、CO 的含量或能见度超过允许的限定值时,新鲜空气将通过中间管道被输送到该特定部位。当 CO 的浓度持续升高或能见度持续下降时,侧面风扇的运行会进行自动的调节,从而保证最低限度地电量消耗和高效率的隧道通风效果。

[0023] 中间和侧面管道包括安装的挡板 (4) 和 (5),所述挡板 (4) 和 (5) 在发生火灾的情况下提供很好的密封性,其不同于普通的遮板,这些不同很大程度的影响到现有的技术方案。由截面图可见,挡板 (4) 和 (5) 被安装在全部三个管道中,沿着隧道长度方向间隔 50-100 米配置。挡板 (4) 和 (5) 被安装在水平隔墙 (7) 上,覆盖顶板的整个宽度,从隧道的一侧到另一侧 (见图 1)。图 2 和图 3 显示了具有逃生通道 (16) 隧道的横向剖面图和逃生通道 (16) 的纵向剖面图。在分段的侧面逃生通道 (16) 中过压为大约 50Pa,其入口设置于隧道行车部,每隔 250 米设置一个具有弹簧的压力门 (15)。过压是由安装在隧道入口处的机房内的风扇 (14) 产生的。逃生通道 (16) 代替了附加的维护隧道,所述维护隧道是双向隧道且必须平行于公路行车隧道。逃生通道 (16) 中的过压阻止了隧道行车部的有毒气体可能向逃生通道 (16) 的扩散。

[0024] 在每个隧道的入口处,由专门的风扇 (6) 产生的风障 (6a) 阻止了超过设计的量的空气进入到隧道内。当隧道处于强风地区,两个隧道口海拔落差较大或隧道建筑地点处于不同的气候条件时,这是非常重要的。根据以上描述,风障 (6a) 可以只在隧道的一侧设置。

[0025] 当火灾发生时,通风系统扮演者一个非常重要的角色,且需要迅速的确定着火的位置。当检测到火灾发生的具体位置后,在两端隧道入口处的所有三个管道的挡板 (4) 和 (5) 会自动的密封关闭,除了燃烧区域的挡板 (4) 和 (5)。隧道入口处风扇的运行是通过测量挡板 (4) 和 (5) 之前的空气流速来控制的,以确保没有纵向的新鲜空气 (供应于燃烧区域) 流过燃烧区域。具有反转挡板的中间管道处理它,不管隧道的哪个部分受到了火灾的影响。中间管道的挡板同样起到了隔墙的作用,使得该管道中一侧作为一个抽吸器,而在另一侧作为一个补给系统。

[0026] 沿着隧道中悬挂式顶板的下方安装有一个用于准确快速检测隧道内情况的系统,包括着火的位置。所述检测系统包括用于检测  $O_2$ 、CO 浓度的探头 (13), 用于检测能见度的腔室和 / 或传感器, 用于检测温度和烟雾的探头 (7), 和用于检测空气流速的探头 (8)。侧面管道中的风扇由  $O_2$ 、CO 探头 (13) 和能见度传感器控制, 以便能够持续不断的保证通过隧道入口的最低限度地新鲜空气的量的供应, 且通过所有的挡板被均匀的带走。当测量的参数值超过允许的限定值时, 第一步, 额外的新鲜空气通过中间管道被输入到各自的区域。如果参数值继续升高, 接下来将运行侧面抽吸风扇以使得通过隧道入口的额外的新鲜空气的供应会增强。如果有害气体的值持续升高, 则中间管道会被运行, 用于抽吸或补给。所有的三个管道会提供最大限度地空气的输送。我们所拥有的是在任何状况下, 持续不断的从隧道入口到隧道内的新鲜空气输送的效果。间隔 300 到 500 米安装的空气流速探头 (8) 用于控制安装在隧道入口机房内的风扇, 以确保在正常情况下和火灾情况下新鲜空气具有均等的流动速率。在行车道的下方是管状槽 (9)。所述管状槽 (9) 存储有稀氧空气, 其储量足够灭掉两个部位的火, 其中一个部位是位于两个邻接的挡板 (4) 和 (5) 列之间的空间。当火灾发生的时候, 稀氧空气通过爆发活门 (10) 和配送管 (11) 从栅状管道 (12) 被输送到隧道空间, 同时发出声音警报, 以警告车辆穿越行车道的瞬间。当燃烧区域达到一个稳定的状态时 (没有纵向的气流), 稀氧的压缩空气被吹入, 使得燃烧区域的氧气含量降低到 9-15%, 而在此浓度下, 任何的燃烧都是不可能发生的, 但对人的生命没有任何的危险。稀氧压缩空气被存储在管状槽 (9) 中, 所述管状槽沿着长度方向被埋设于隧道行车道下, 其存储的量至少足够扑灭一场火灾。管状槽 (9) 中的稀氧压缩空气是通过电动爆发活门 (10)、配送管 (11) 和沿着行车道的栅状管道 (12) 释放的。其同时起到了警告司机不要从一个行车道跨越到另一行车道的作用。

[0027] 稀氧空气和燃烧区域已有的空气混合后即刻发生反应, 反应后氧气含量在 9 到 15% 之间的混合气体充满了整个燃烧区域。也可以使用其他的灭火系统灭火, 但是, 根据燃烧区域空气流动的状态, 供应稀氧空气是可能的。用于正常情况下和发生火灾时的隧道的通风方法需要一个空气量的定义, 用于在正常情况下情况和火灾情况供应隧道通风的需要。所述方法包括使用悬挂式顶板, 所述悬挂式顶板上方具有两个隔墙, 或三个内部设置有防火挡板的通风管道, 其尺寸确保足够的空气的补给速率, 在吸入且从一个侧面管道扩散到另一个侧面管道时, 实际上是从隧道的一个侧面墙到另一个侧面墙。侧面的挡板 (4) 沿着纵向轴方向打开, 而中间的挡板 (5) 沿着垂直于管道纵向轴的轴的方向打开。所有挡板驱动的安装和在通风管道中的维护可以在交通运行的过程中进行。风扇被安装在每个隧道入口上方的机房内, 且他们的维护不需要中断隧道内的交通运行。距离入口 50 米处的隧道内的由隧道入口进入到空气流速  $V_{2,3}$  被测量, 根据设计的空气流速  $V_i$ , 风障风扇 (6) 被控制; 所述风障仅仅允许从隧道入口进入到隧道内的新鲜空气达到设计的最大允许空气量  $q_{max}$ , 安装的风扇能够排出的。

[0028] 沿着隧道在悬挂式顶板的下方安装有一个准确快速检测隧道内情况的系统, 包括发生火灾的位置。该系统包括视频监视装置、烟感器、热敏器等。

[0029] 侧面管道中的风扇 (3) 的运行是根据  $O_2$ 、CO 探头和能见度检测得到的参数来控制的。侧面通风管道中的风扇 (3) 产生负压, 通过其可以保证从隧道入口连续的提供最低限度要求的空气的量。如果检测到的  $O_2$  和 CO 的浓度和检测到的能见度值升高 / 降低超出允

许的限度时,第一步,额外的新鲜空气通过中间管道被注入到各自的区域。如果该数值继续增长,接下来将运行侧面抽吸风扇 (3),使得通过隧道入口进入到额外的新鲜空气的供应会增加。如果有害气体的量持续升高,则中间管道将被用于抽吸和补充。所有的三个管道能够提供最大的设计吸入空气量。我们所拥有的是在任何状况下,持续不断的从隧道入口到隧道内的新鲜空气的输送的效果。

[0030] 在交通流量最低的情况下,侧面管道的抽吸通风必须开启到最低档,以确保持续不断的新鲜空气从隧道入口输入到隧道中,以接近 0.3m/s 的速率。这是对通风系统的一个要求,在确定了火灾发生区域时,能很快实现其全部功能,所有的均归功于侧面通风管道的负压。

[0031] 正常情况下和火灾通风系统同样能够阻止隧道两侧微气候的变化,因为流入到隧道中的空气返回到它被吸入的一侧。

[0032] 由于均匀且持续不断的通过侧面管道抽吸污染空气,在很长的时间内隧道内部的墙壁仍将保持洁净,这就意味着隧道的行车部不需要太多的清洁工作。在通风系统运行的情况下,通风管道能够被清洁。系统运行高的能量效率与隧道内的交通情况一致。风扇由转速调节器控制,且它们消耗的能量用于高效的运行。

[0033] 发生火灾的区域一旦确定,在所有三个通风管道中的所有挡板 (4) 和 (5) 将关闭,隧道入口处的挡板 (4) 和 (5) 处于关闭状态,而接近燃烧区域的则全部打开。除了检测隧道内情况的系统外,每隔 300 到 500 米设置的空气流速探头 (8) 控制安装于隧道入口机房内的风扇 (3, 3a),在某种程度上确保从隧道入口到邻近燃烧区域开启的挡板的新鲜空气的流速  $V_1$  和  $V_2$  相等。设置于机房内的风扇的抽吸能力根据检测到的隧道内的空气流速的不同而变化。由隧道的纵向截面可知,如果燃烧区域分布不对称,中间管道将提供足够的抽吸能力在较短的一侧,而在较长的一侧,则依靠新鲜空气促使以上提到的两个空气流速的相等。以上是通过挡板 (5) 的设计实现的,且当其打开时会导致中间管道的分块。用于上述目的地挡板 (5) 应当至少与燃烧区域相距一定的距离,而速率检测探头 (8) 的位置位于挡板和燃烧区域之间。

[0034] 所述系统作为一个整体工作使得火焰周边的空气流动如同一个反向风障,所述风障阻止了新鲜空气进入到燃烧区域,同时阻止了烟从燃烧区域扩散。所能实现的是在燃烧区域没有纵向的空气流动,火焰产生的烟从两侧向打开的挡板 (4) 和 (5) 运动。烟和新鲜空气混合且通过开启的挡板 (4) 和 (5) 进入到管道,从而到达风扇处,该路线是由 100% 气密且关闭的挡板 (4) 和 (5) 形成的。通过管道后,混合气体已经冷却且通过风扇 (3, 3a) 释放大气中。可以通过安装过滤器来净化被污染的空气,在正常情况下和火灾情况下。由于具有 100% 气密性的挡板 (4) 和 (5),风扇 (3, 3a) 不需要为了额外的空气设计,这在正常情况下是需要计算的,因为通常使用的遮板具有渗透性。

[0035] 当关闭从隧道入口到非常接近燃烧区域的挡板 (4) 和 (5) 的时候,火势被隔离且可以先行扑灭。由于位于两个相邻挡板列之间的燃烧区域的稳定的状态,可以使用稀氧空气进行灭火。稀氧空气被存储在管状槽 (9) 中,而所述管状槽 (9) 在整个隧道长度上被埋设于行车道的下方。管状槽 (9) 的容量足够扑灭两个部位的火。其中一个部位是位于两个邻接的挡板 (4) 和 (5) 列之间的空间。稀氧空气被栅状管道 (12) 输送,同时发出声音警报以警告车辆穿越行车道的瞬间。稀氧空气与燃烧区域现存的空气混合后在燃烧区域立刻发

生反应,且混合气体充满了整个燃烧区域,其氧气的含量为 9 到 15%。同样可以使用其他的灭火系统进行灭火。

[0036] 在正常情况和发生火灾时的通风和灭火方法通过系统界定,最大允许设计空气量  $q_{\max}$ ,用于在正常情况和发生火灾时隧道通风,所述方法包括:

[0037] - 测量空气流速  $V$ ,在从入口到隧道内最大 50 米的距离,且通过风障 (6) 选择风障 (6a) 的开启和关闭,允许新鲜空气从隧道入口进入到隧道的量仅仅达到设计的最大允许空气量  $q_{\max}$ ,可以通过安装的风扇 (3,3a) 排出,和

[0038] - 同时测量隧道内的空气流速  $V$ ,每隔 300 到 500 米,根据空气流速  $V$ ,探头 (8) 控制安装在隧道入口处的机房内的风扇 (3) 和 (3a) 的运行能力,和

[0039] - 同时通过探头 (13) 检测  $O_2$ , CO 的浓度值和空气的能见度,探头 (13) 控制风扇 (3) 和 (3a),且根据所测量的参数值,通过侧面的通风管道均匀的抽吸隧道外地空气,最低限度要求的新鲜空气的量的供应被持续不断的提供,通过隧道入口,

[0040] - 通过探头检测温度和烟,而后确定火灾发生的位置,和

[0041] - 在正常情况下或火灾情况下,在通风管道中的挡板 (4) 和 (5) 的开启的控制决定于检测到的温度和烟的参数值,以上提到的所有步骤被依功能连接起来,从而在隧道内建立起设计的空气流速  $V_2$ ;其中,所述侧面通风管道用于持续不断的将隧道内的有毒气体排出或发生火灾时产生的烟排出;当  $O_2$ , CO 的浓度较高/较低,且隧道中的空气能见度降低时,中间的通风管道用于将额外的新鲜空气输入;在发生火灾的情况下用于从隧道中排出污染的空气和烟,当火灾发生位置接近一个隧道入口时用于提供空气;在正常情况和发生火灾时,从隧道入口到隧道内,源源不断的新鲜空气的供给被提供,发生火灾的时候,空气被从隧道入口输送到接近于隧道内或者影响区域的挡板 (4) 和 (5)。如果在隧道内的一个特定区域所测得到的参数值超出了允许的范围,第一步,额外的新鲜空气通过中间管道被注入到各自的地方;如果参数值继续偏离允许的范围,则第二步,侧面抽吸风扇 (3) 被运行且通过隧道入口的额外的新鲜空气的供应被加强;如果参数值继续偏离允许的范围,第三步,中间管道将起到抽吸的功能。需要测量的参数为  $O_2$  浓度, CO 浓度,空气能见度,空气流速  $V$ ,温度,烟和废气的浓度,和任何两个或多个参数的组合。

[0042] 在检测到着火的具体位置时,位于两个隧道入口处的三个管道的所有的挡板 (4) 和 (5) 自动的且密封的关闭,除了位于燃烧区域的挡板 (4) 和 (5)。当检测到火灾位于一个隧道入口附近时,中间通风管道的挡板 (5) 将密封的关闭管道侧壁,所述挡板 (5) 与燃烧区域至少保持一定的距离,以便空气流速检测探头 (8) 被设置在挡板 (5) 和火焰之间,中间管道的其余挡板 (5) 被放下,且距离燃烧区域较远的风扇 (3a) 运行用于输送新鲜空气,接近于燃烧区域的风扇 (3a) 运行以便其能够将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 的风扇 (6) 运行。当检测到着火位置接近于隧道的中间部位时,位于燃烧区域边界的邻近的挡板 (5) 将关闭管道侧壁,以便其能够引导空气和烟通过中间通风管道流动到隧道的出口,中间管道的其他挡板 (5) 被放下,且位于两侧隧道入口的风扇 (3a) 运行以便将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 运行。在侧面管道中,在探测到隧道内任何位置的着火情况后,位于燃烧区域边界的邻近的挡板 (4) 将限制侧面管道的轮廓,从而引导空气和烟通过中间通风管道流向隧道出口,中间管道的其他挡板 (5)

被放下,在两侧隧道入口处的风扇 (3a) 运行,以便将空气和烟带离燃烧区域,如果在至少一个隧道入口处的空气流速  $V$  升高超过了设计速度  $V_2$ ,则风障 (6a) 运行。

[0043] 当火被隔离后,位于两个相邻的挡板 (4) 和 (5) 列之间的稀氧压缩空气被同时从管状槽 (9) 输送到燃烧区域,通过爆发活门 (10) 和配送管 (11) 从栅状管道 (12) 输送到燃烧区域,稀氧空气的混合,灭火随即发生。灭火可以使用其他的适于本目的地灭火剂。

[0044] 通过测量隧道内的空气流速  $V$  和  $O_2$ ,  $CO$  浓度和空气能见度,根据设计的空气流速  $V_2$  (3, 3a) 来控制风扇 (3, 3a) 的运行功率和方向和至少一个风障 (6a) 的开启 / 关闭,从环境中流入的设计的空气量被控制,且设计的空气流动达到了正常水平,在正常情况下,测量的参数值超出了允许的范围,发生火灾时,在燃烧区域占主要地位。在燃烧区域,当达到邻近挡板 (5) 的位置后,使得其关闭中间管道或引导空气在所有三个通风管道内流动,且通过调节风扇的运行功率和方向和至少一个风障 (6a) 的开启 / 关闭,在燃烧区域将达到一种没有纵向气流的状态。以上所述的火灾通风方法确保了被发现在燃烧区域的人能够有效的灭火,且能够确保隧道内的旅客能够无障碍且安全的逃离到具有新鲜空气的区域,不管他们往哪个方向运行。消防员和救援人员能够携带新鲜空气到达燃烧区域。

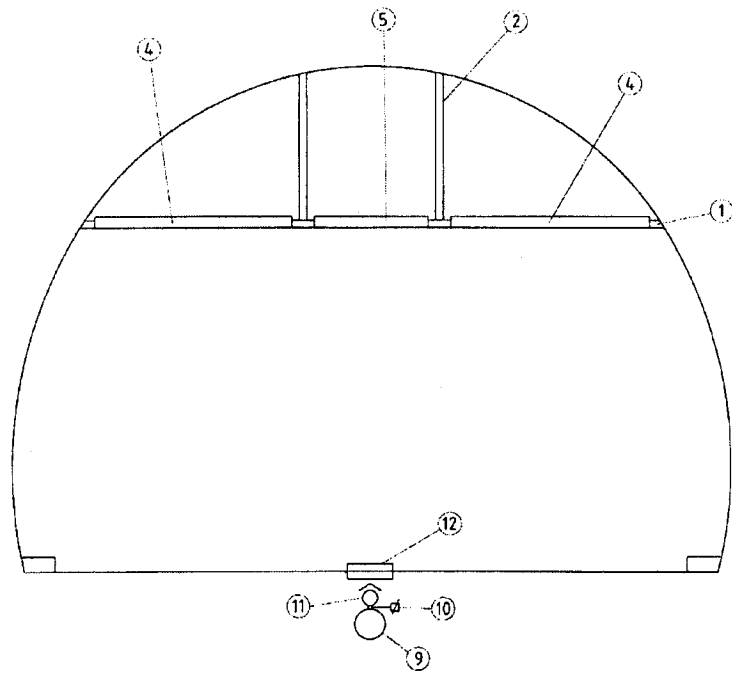


Fig. 1

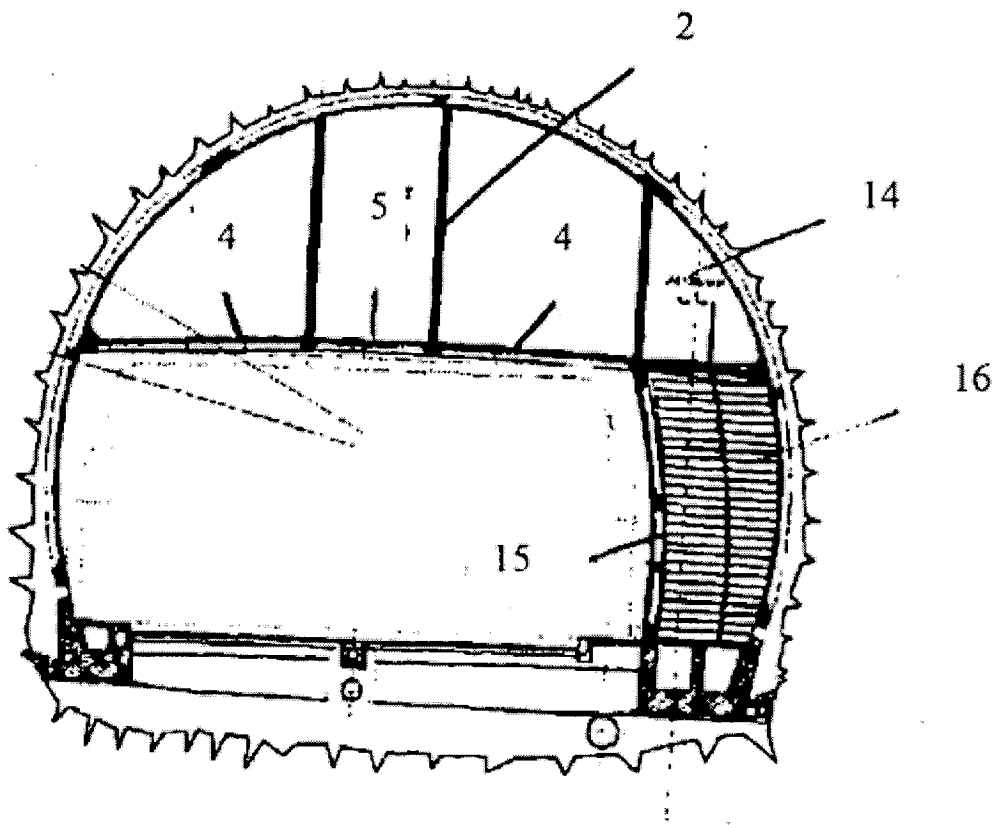
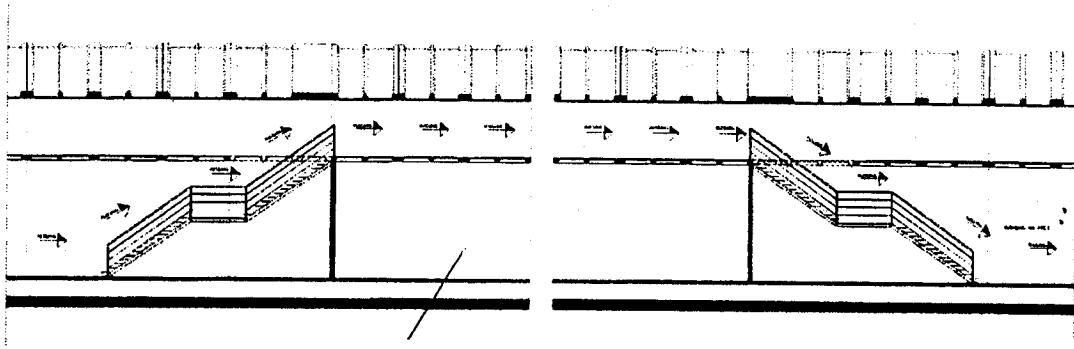


Fig. 2



16

Fig. 3

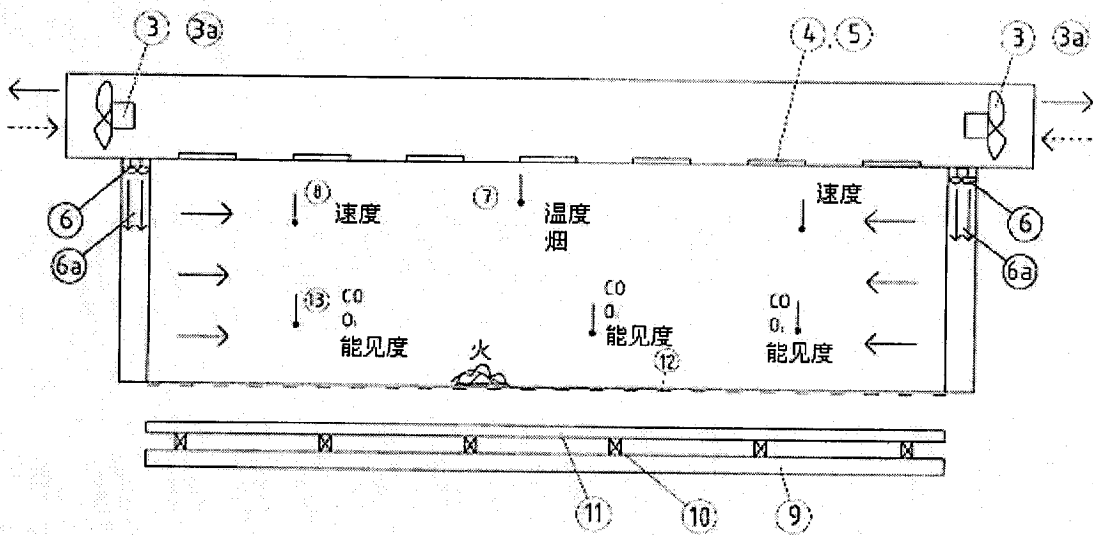


Fig. 4

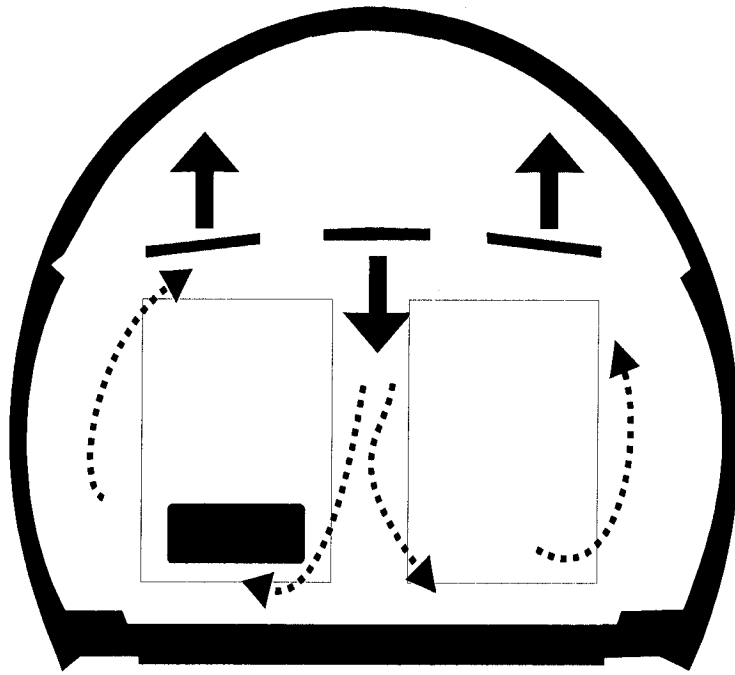


Fig. 5

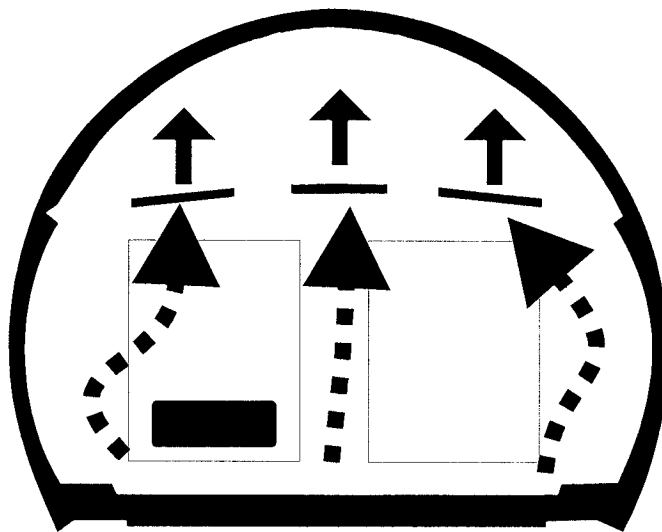


Fig. 6

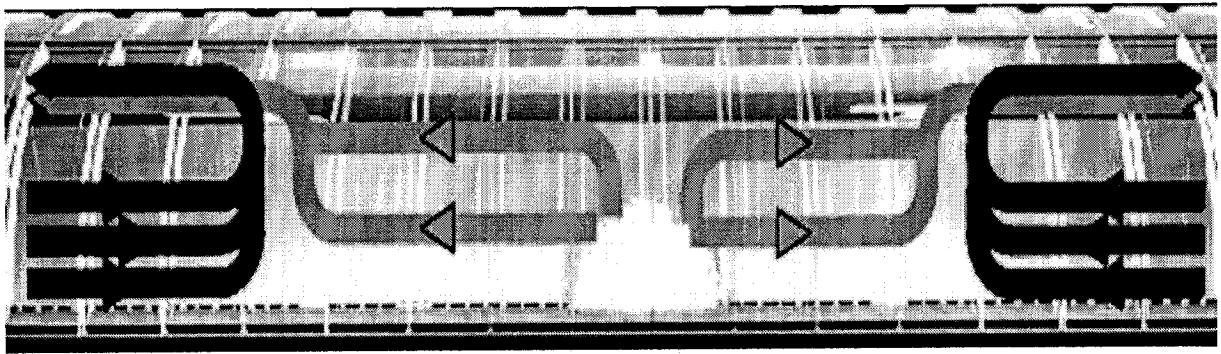


Fig. 7

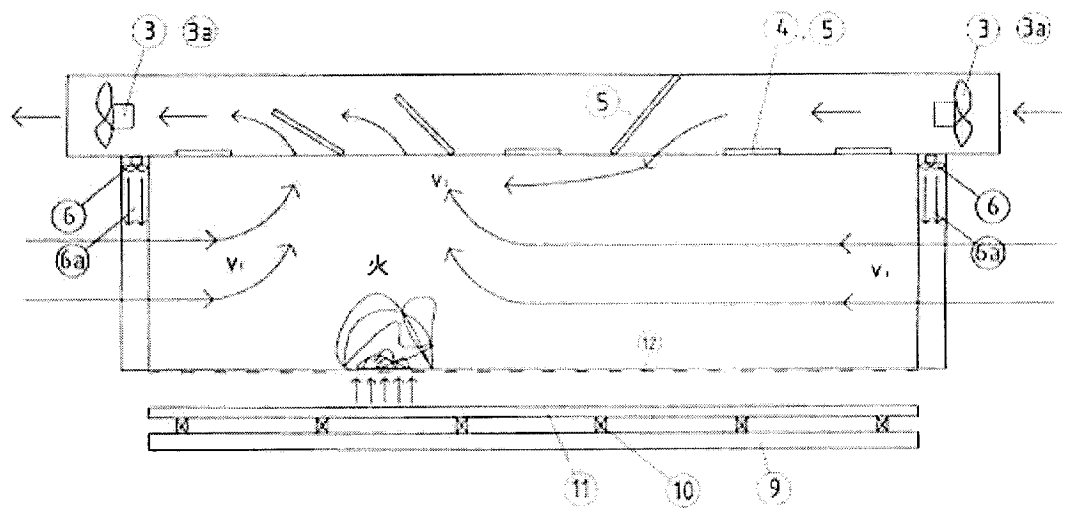


Fig. 8

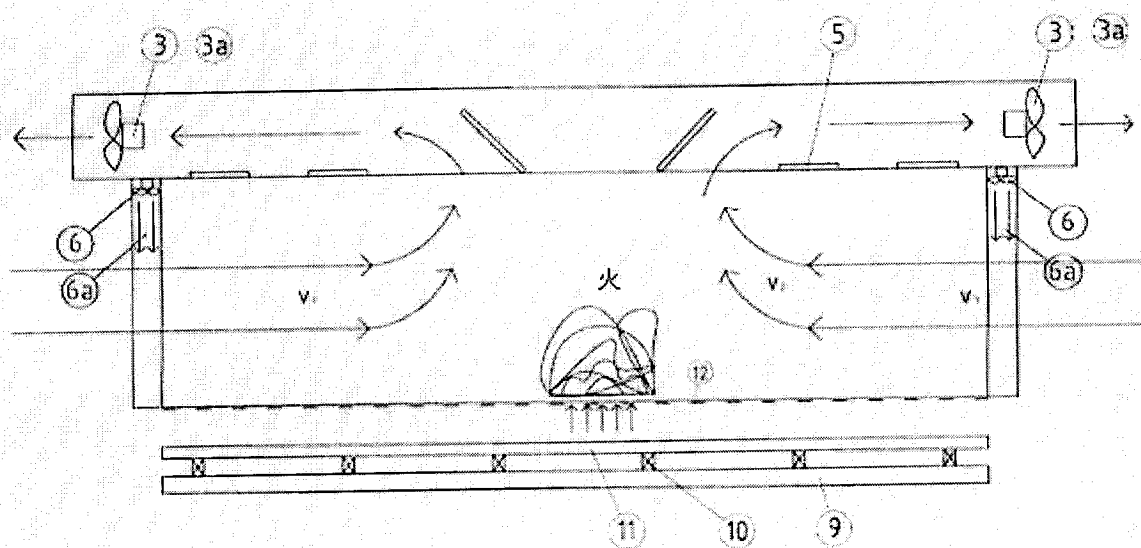


Fig. 9

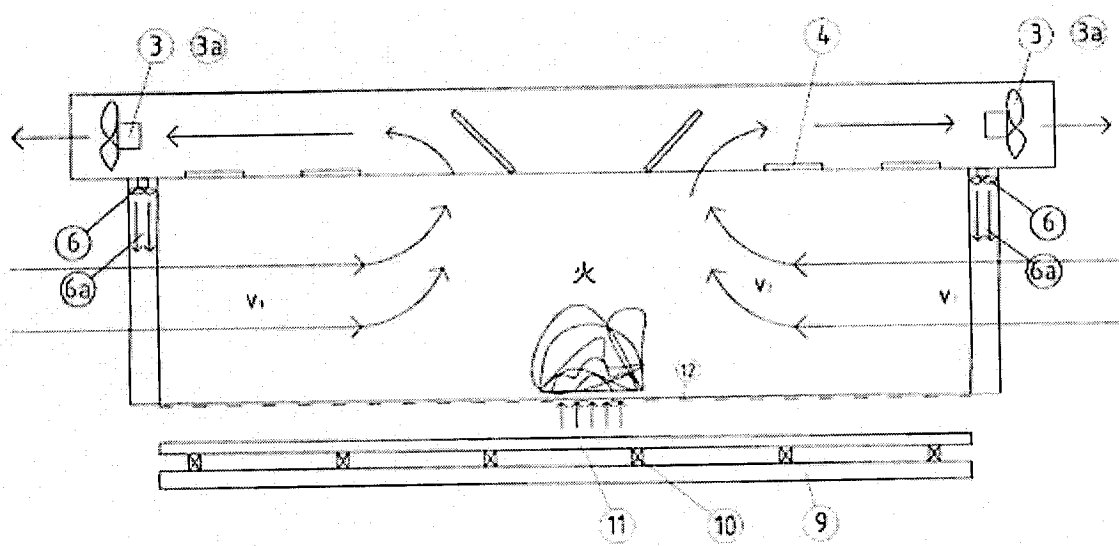


Fig. 10