

阻燃沥青在隧道路面的应用研究

胡 奎 薛 超 鲁党斌

中电建路桥集团有限公司 北京 100160

【摘 要】随着我国交通建设的蓬勃发展和隧道建造技术的日益成熟,全国范围内涌现出大量隧道工程建设项目。隧道路面工程中常用的材料之一是阻燃沥青。采用阻燃沥青可以有效减少烟雾的产生,降低隧道火灾的发生率。随着沥青路面在隧道工程中的广泛应用,其阻燃性能的研究也必须受到相应的重视。

【关键词】阻燃沥青;隧道施工;公路防火

随着隧道路面的使用,沥青混凝土材料的防火安全问题变得越来越突出。考虑到沥青易燃的特性,一旦发生交通事故,尤其是在通风不良的隧道内,很可能引发火灾并导致沥青燃烧,产生有害气体和烟雾,对人体健康构成严重威胁,甚至危及生命安全^[1]。

1 隧道内路面环境特点

隧道路面具有与一般道路不同的特点。首先,隧道路面处于封闭环境中,不像一般道路受到气候因素的直接影响,因此气候变化对其影响较小。在隧道内部,隧道路面的使用性能和对车辆荷载的承载能力表现出与普通道路不同的特点。因此,在设计隧道路面的材料结构时,需要综合考虑水温变化以及基础的状况,并不能简单地按照一般路段设计方法进行。因此,在设计隧道路面时,必须对现有工作环境的调查、分析和研究,以确保设计方案的合理性。

2 隧道火灾危害

2.1 气体的危害

在过去的研究中,已经明确指出,有害气体和氧气含量对人体造成巨大的危害。高温烟气在移动过程中不断地释放热量,据此导致了周围人员和结构的伤害和损害。此外,火风压也会干扰隧道内的通风系统。密集的烟雾会快速降低隧道内的视野,可能对逃生通道和信号引导灯造成损害,导致人们难以辨别方向和路径,这种情况会给人们带来极大的心理压力,从而影响到他们的分析能力。因此,在应对这种情况时,必须采取适当的措施来增强隧道

内的能见度,以确保人员的安全。

2.2 对隧道内部的破坏

根据研究,水化硅酸钙在失去结晶水的同时,会导致骨料发生膨胀。此外,混凝土中每种材料的热膨胀系数也会产生变化。这些因素共同导致混凝土受损和强度降低。同时,防水系统可能会受到破坏,导致渗水问题的发生。这将对隧道的正常运输和功能发挥产生不良影响。

2.3 温度对人体的影响

据评估发现,隧道内纵向气流速度与热负荷值相关。在环境温度低于或等于80℃时,个体适应能力较好;然而,一旦温度超过80℃,面临潜在危险。若温度高达180℃以上,人体将无法存活。

2.4 对隧道内设施的破坏

破坏行为的发生,对于隧道内的通讯设施、供电设施、照明系统、交通标志、通风系统等设备造成了严重影响。这些装置的损坏导致了隧道内通风、照明和供电等功能存在困难,进而妨碍了车辆和人员的正常疏散。

3 隧道火灾的特点

3.1 烟雾大,升温快

相较于公路外部环境而言,公路隧道的封闭特性更加明显,使得烟雾在隧道内迅速蔓延。当发生火灾时,隧道内的温度会迅速上升,从而产生大量的烟雾。由于隧道通风条件的不足,烟雾无法及时排除,导致隧道内的氧气供应不足,并产生大量的有害气体,如一氧化碳。如果隧道未配备良好的排烟系统,火灾产生的烟雾将迅速蔓延至整个

公路隧道内部。在火灾发生时，地下隧道内的通风系统会被启动，以增强空气流动，从而促使热量快速扩散并将空气加热。这个过程会导致热量传递给所有可燃物。

3.2 灭火困难

火灾发生后，由于通风状况不理想，散热速度缓慢，导致隧道内的温度迅速升高，同时烟雾浓密，限制了人们的视野。没有经过火灾防护的承重结构混凝土在这种情况下容易发生破裂和坍塌，给救援行动带来了极大的困难。此外，由于隧道的进出口数量有限，消防人员可能会延误发现火灾的时间，从而使救援时机错过。

3.3 疏散困难

隧道火灾发生后，保证人员安全和快速撤离是至关重要的。然而，由于隧道狭小并且道路细长，人员疏散任务变得非常困难。此外，火灾发生后车辆的拥堵也给物资的疏散带来了很大的困难。同时，每辆车上携带的油箱和可燃物以及车辆之间火势蔓延的快速速度进一步加剧了火灾的扩大。

3.4 燃烧的速度比较快

隧道作为一种独特的结构，在火灾发生时，往往破坏程度更为严重。封闭的空间导致热量难以散发，同时空气流通也受到限制，因此温度迅速上升，据测定，温度甚至可能超过1300℃。持续高温会使可燃物受热并引发火焰快速蔓延的“跳跃”现象。据统计数据，火焰可能会蔓延到隧道直径的50倍距离。一旦发生火灾，受这种空间限制，火势很容易沿隧道两侧迅速蔓延，产生炙热的烟气并在隧道内积聚，从而进一步升高温度，并引发轰燃现象。

3.5 救援困难

在火灾发生时，对公路隧道进行紧急抢救至关重要。相较于其他路段，公路隧道的抢救任务更具挑战性，尤其在涉及危险品车祸时，火灾扑灭的工作更加艰巨，也给救援人员的生命安全带来了严重威胁。为了降低这些困难和损失，进行抢救工作时，救援人员必须充分考虑隧道火灾的特点，合理利用救火装备，并采取相应措施来保护现场和人员的安全。

4 隧道公路沥青路面发展概况

在高速公路建设中，选择适合的路面材料是十分重要的。以往在隧道内铺设路面时，我们通常采用水泥混凝土材料。水泥混凝土在湿润环境下使用时，具有良好的结构稳定性和耐久性。在我国高等级公路增多和公路隧道等级提升的背景下，对于水泥混凝土路面的使用性能，存在一些问题，无法满足车辆的高速、安全和舒适行驶需求。因此，有必要对水泥混凝土路面进行改进，以提高其使用性能：(1)道路表面的平整度欠佳，给行车带来了不良的舒适性体验。水泥混凝土材料具有较高的模量，并且其收缩性也相对较强，所以道路表面的平整度不佳；(2)为了提高水泥混凝土路面的抗滑能力并减少安全隐患，常规的方法是在道路通车之初采取拉槽刻痕等措施。但是，随着时间的推移，路面的磨损加剧，抗滑能力迅速下降，这给高速行驶带来了不良影响；(3)隧道环境存在多个方面的问题，包括大量尘土、嘈杂的行车声以及空气质量较差的情况。当车辆在水泥混凝土路面上行驶时，由摩擦声和发动机振动所产生的噪音显得非常明显。

5 阻燃沥青的应用

火灾防护一直都是社会安全领域的一项重要课题。在现代工农业以及日常生活中，广泛采用了高分子材料。然而，大部分高分子材料在氧气存在下都存在易燃性和可燃性的特点。因此，如何提高高分子材料的抗火性能就成为了一个紧迫的问题。为了解决这一问题，世界各国正在高度重视高分子材料的阻燃处理，并认识到采用阻燃材料是预防火灾和减少火灾的重要策略之一。因此，阻燃材料的应用已经成为当前火灾安全领域的研究热点。接枝和交联改性技术、冷却降温技术、催化阻燃技术以及成炭隔热等技术对提高高分子材料的阻燃性能起到了积极的作用。

5.1 接枝和交联阻燃

高分子材料的功能化可以通过接枝和交联的方式实现。这种方法不仅可以赋予高分子材料良好的阻燃性能，还能实现高分子材料本身以及其热裂产物之间的交联作用。

5.2 凝聚相中自由基抑制剂

在高聚合物中添加自由基抑制剂具有重要意义。研究表明,一些具有多共扼芳香结构或金属还原型的高温自由基抑制剂能够实现这种功能。特别是其中一些分子同时含有卤代酰亚胺和受阻酚的自由基抑制剂,在凝聚相中不仅具有卤素阻燃作用,同时还能有效抑制自由基的生成。

5.3 无机金属化合物

无机金属化合物的阻燃机理非常复杂。当沥青燃烧时,无机金属化合物在达到一定温度时会经历分解反应,生成水分的过程,这个反应本身属于吸热过程,同时水分也能吸收大量的热量。无机金属化合物可以通过这种方式有效地减少火灾的蔓延。通过综合研究发现,沥青混合料内部的温度升高速度显著减缓,这对于控制沥青的分解速度具有重要意义。同时,这种调控还能有效地降低整个混合料体系的温度,并最终达到对火焰的抑制效果。

5.4 耐燃涂层

自古以来,人们一直将不可燃的无机材料作为耐火材料,并广泛应用外涂层保护技术。然而,由于无机材料与高分子材料相容性的差异以及两者的热膨胀差异较大,这在实际应用中带来了一些困难。在阻燃方面,只有极少数涂层能够实现实用应用。此外,在加工高分子材料的过程中,可以引入一些物质,诸如硅、硼、碳化硅、某些硼酸盐、磷酸盐和低熔点玻璃等,以改性高分子材料,在燃烧时在表面生成一层无机涂层,从而实现阻燃效果。

6 阻燃沥青施工技术

6.1 阻燃沥青的运输

为了增强隧道路面的强度和耐久性,一种可行的方案是在沥青生产过程中加入SBS改性沥青作为阻燃剂。这种改进措施能够有效提升路面的防火性能,从而确保隧道的安全性。由于沥青对温度变化非常敏感,因此在混合料搅拌时,必须确保沥青处于稳定状态。阻燃沥青添加外加剂后,其具备了温度敏感性的特点。当搅拌温度高于160℃时,沥青会经历老化的过程,并因此丧失了其原有的功能。

6.2 阻燃沥青的摊铺

进行摊铺操作时通常采用双层摊铺法。该方法包括同时铺设黏结层和上层的温拌阻燃沥青混合料。在道路铺设过程中,第一个关键步骤是使用乳化沥青进行喷洒,这样能够形成一层粘结层,同时也提高了路面结构的整体性能。同时,将预先混合好的材料进行摊铺,从而完成黏结层和温拌阻燃沥青混合料的上层铺设。

6.3 碾压

为了确保阻燃沥青的质量和整体性能,我们需要在铺设一定长度之后,及时施加振动压实和轮胎压实。这样可以保证阻燃沥青在终凝时间之前充分压实成型。在进行纵向压实道路时,应避免在同一路段进行均压操作。为了获得更佳的压实效果,可以运用开启振动压实模式的方法来改善已经完成压实的路面。在进行碾压操作时,应从路面边缘开始,沿直线段向路面中心进行碾压。

6.4 接缝的处理

为了处理接缝,首要的步骤是清除摊铺机周围和底部未经压实的沥青材料。接着,我们需要挖掘一个横向向下的截面,确保其满足规定的压实、高程和平整度标准。随后,摊铺机将返回到压实层的末端,并使用木质垫板对其高度进行调整,以确保铺设的准确性。在施工的最后阶段,可以采取新的方法来进行沥青摊铺。

7 结语

本研究综合分析了在隧道路面应用阻燃沥青的情况。经过对阻燃剂在沥青改性过程中性能变化的深入研究,我们发现阻燃剂对沥青的性能没有产生不良影响,反而能有效降低火灾发生率并提升路面的强度。生产阻燃改性沥青的方法相对简便,并且具备可实施工业化生产的潜力。

参考文献:

- [1]陈辉强,陈仕周. 沥青阻燃改性技术研究[J]. 公路交通科技, 2003 (2): 19-20.
- [2]张卫军,葛折圣. 阻燃沥青在隧道路面工程中的应用[J]. 市政技术, 2007, 25 (1): 76-78.