

秦岭终南山公路隧道通风方案探讨

夏永旭 王永东 赵峰

(长安大学公路学院, 西安市南二环路中段, 710064)

摘要: 秦岭终南山公路隧道全长 18.004km, 双洞单向交通, 是我国目前在建的最长的公路隧道。对于这样的特长公路隧道, 其通风方案的优劣不仅关系到隧道的建设规模和将来的运营成本, 而且和隧道的防火救灾紧密相关。详细讨论了秦岭终南山公路隧道通风技术中的几个关键问题, 并初步探讨了了几种可能通风方案的优缺点, 指出了需进一步深入研究的对应问题。

关键词: 秦岭终南山, 公路隧道, 通风, 技术。

1. 基本概况

秦岭终南山公路隧道, 位于国道包头—北海和银川—武汉公路在陕西省境内的共同交汇段, 隧道设计长度 18.004km, 进口标高 890m, 出口标高 1025m, 最大埋深 1640m。隧道内有两个变坡点, 进口 2.650km 坡度为 +0.3%, 中间 11.90km 坡度为 +1.1%, 出口 3.50km 坡度为 -0.3%。双洞单向交通, 设计洞内行车速度 60km/h。预测 2015 年日平均交通量 15001 辆, 2025 年 24713 辆。公路隧道进口和西康铁路隧道相距 400m, 出口和西康铁路隧道相距 30m。公路隧道两洞相距 30m。整个工程预计投资 25 亿人民币, 2001 年 1 月 8 日开工, 计划建设工期 5 年^[9]。

2. 新风量的计算

关于汽车的排污量, 我国已经制定了一系列的政策法规, 但是现在的排污限制标准, 仅相当于欧洲的 1 号标准。新颁布的《公路隧道通风照明设计规范》^[1], 所给出的各类汽车基本排放量是 1995 年的测试结果。规范中虽然也给出了 CO 年度折减系数为 1%-2%, 但是, 在具体计算中究竟取多少很值得研究。有了汽车排污量, 则隧道内的 CO 标准和烟雾允许透过率, 将对新风量的需求起决定性的因素。对于秦岭终南山这样的特长公路隧道, CO 允许浓度究竟如何取, 必须深入研究。图 1 给出了秦岭终南山公路隧道取不同 CO 标准时的新风量需求曲线, 从图中可以看到, CO 允许浓度取 200ppm 和 150ppm 相差 35.11%, 这是一个相当大的数字。另外, 在计算新风量时, 必须将防火救灾时的防火区段划分、灭火排烟、人员逃生、避难洞供风等都考虑进去。

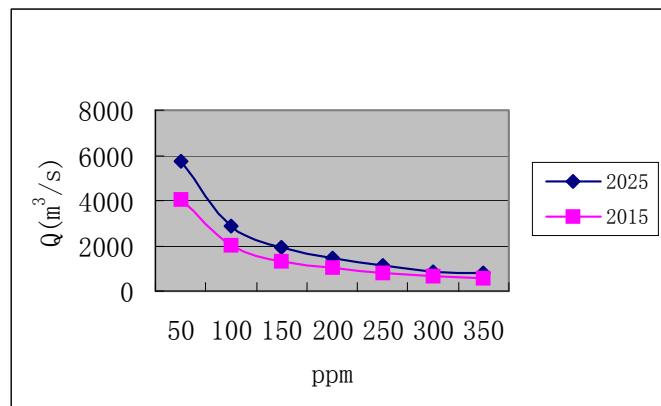


图 1 新风需求量

3. 通风方案

由于秦岭终南山公路隧道是双洞单向交通, 分段纵向通风方式将是首选方案。但是, 由于秦岭山脉陡峭峻险, 隧道埋深较大, 中间竖井的选择比较困难, 且施工便道较长。所以, 也可以考虑在纵向通风方式的基础上, 采用混合式通风方案。结合秦岭终南山特长公路隧道的实际情况, 本文提

出以下 5 个通风方式，可以作为进一步研究的基础。

(1) 两竖井三段送排式纵向通风

此方案的优点是仅有两个竖井和风机房，土建工程量小，施工便道短。缺点是分段太长，每段长度达 6.0km，隧道内的风速偏大，风机功率较大，运营费用高。更为严重的是防灾救灾困难。图 2。

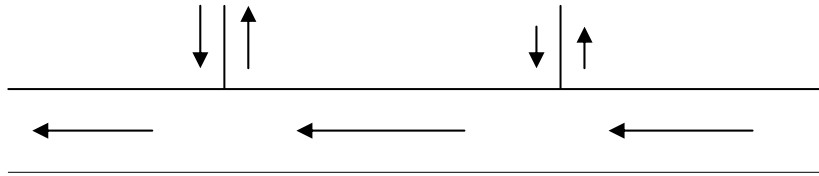


图 2 两竖井三段送排式纵向通风

(2) 三竖井四段送排式纵向通风

此方案的优点是分段较为合适，除了中间两段稍长外，两端长度较短，隧道内风速不大，风机功率较小，防灾救灾困难降低。缺点是施工便道增长，估计达 50km 左右，和 (1) 比较多一个竖井和风机房。图 3。

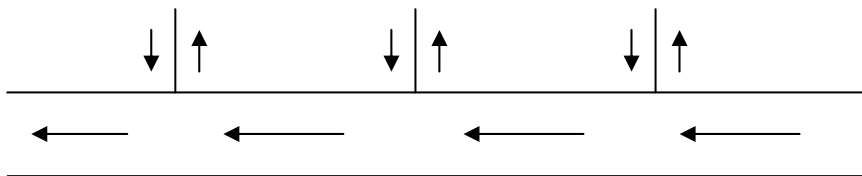


图 3 三竖井四段送排式纵向通风

(3) 四竖井五段送排式纵向通风

此方案是以两竖井方案为基础，但为了降低分段的长度，同时为了避免隧道中间段埋深大，地形复杂的困难，在中间设置两个盲竖井，平行导洞的出口和两端的竖井相连接，图 4。此方案的优点在于分段长度更短，避免了中间两个竖井施工的困难，缩短了施工便道的长度，少了两个风机房。缺点是风道太长，能量损失较大。另外，风机房规模较大，盲竖井的施工也较困难。

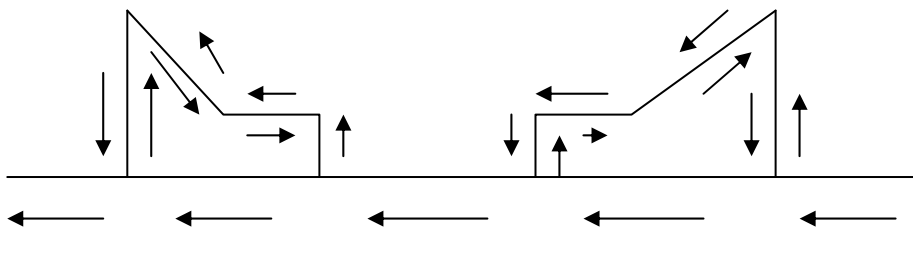


图 4 四竖井五段送排式纵向通风

(4) 两竖井三段混合式通风

此方案以 (1) 方案为基础，而为了克服中间分段太长的弊病，将中间段改为全横向通风，图 5。

其优点在于改善了中间段的通风环境，降低了防灾救灾困难，而且风机房少，便道短。缺点是中间段要做风道，通风功率稍大，横向段和纵向段连接处风流较难处理。

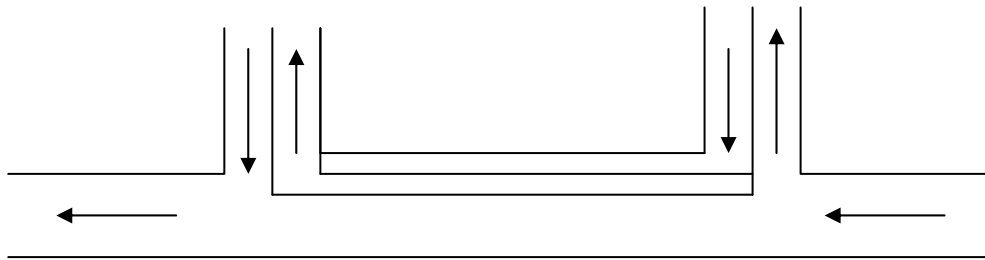


图 5 两竖井三段混合式通风

(5) 三竖井四段混合式通风

如图 6 所示，在方案（2）的基础上，将中间段改为全横向通风。优点是中间段通风效果更好，防灾救灾相对容易，而且仅有一个竖井为送排式，另外两个竖井一个纯排，一个纯送。缺点是两种通风方式连接处风流难处理。

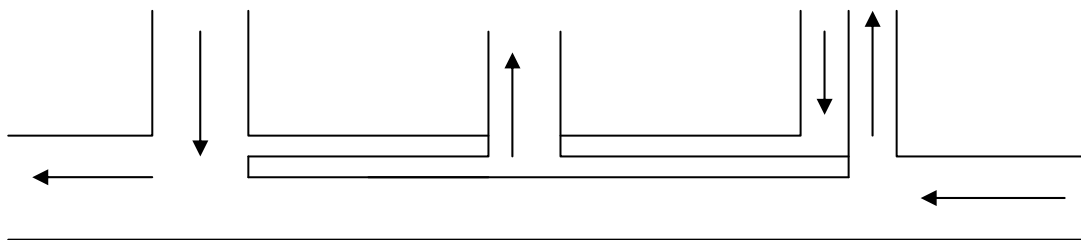


图 6 三竖井四段混合式通风

以上五个通风方案，是完全以双洞单向交通、尽可能利用交通风的指导思想下提出的，其中也考虑到近几年世界公路隧道通风理念的转变。所以，半横向、全横向通风方式都不在讨论之列。本文所提出的五个通风方式从技术上都可可行，但是，究竟那一个最好，必须进行深入细致的研究，然后通过综合比较才能确定选择那一种方案。

4. 优化研究

为了科学合理的选择通风方案，除了要对上述五个方案进行综合对比研究外，对于最后确定的通风方案，还必须进一步进行优化研究，内容应该包括：

(1) 数值模拟研究

首先根据一元流理论，利用数值模拟方法，研究对于不同区段划分、不同斜（竖）井断面、不同工况、不同风机配置时，隧道内的风流方向、风压分布、风速变化，给出该通风方式的定性及定量描述。然后，应用 CFD 技术，详细研究各个细部的不同参数对通风效果的影响。根据所得结果，细化通风方案。

(2) 物理模拟研究

借助物理模型，模拟研究所拟定通风方式在不同细部结构、不同通风工况时的通风效果，观测

各个细部的流场分布，实测模型内不同断面的风流、风压、风速。研究火灾发生时的烟流分布，风机的排烟效果。并将所得结果和数值模拟进行对比。

(3) 风机配置研究

详细研究正常运营、交通阻塞、火灾工况（不同火灾位置、不同火灾规模、不同程度风机损坏）时，轴流风机和射流风机的通风功用及最佳配置；研究不同风机参数（轴流风机的叶片角度、进出口变化、风量控制方式；射流风机类型）对通风效果的影响。

5. 防火救灾对通风方案的要求

公路隧道通风方案的设计，除了要满足交通运营通风外，还必须详细研究火灾发生时的通风需求，即把正常运营和火灾时的通风看作是整个通风系统的两种工况。所以，在研究通风方案时，对于隧道防火区段的划分、横通道的设置、火灾时的风机控制、烟流排出的路径与速度、横通道的开启与关闭、逃生通道的空气补给、避难洞的新风需求、部分风机损坏时的风机控制等，要逐一详细研究。

6. 结论

本文就秦岭终南山公路隧道的通风方案研究中的一些技术问题进行了初步探讨，所提出的 5 种通风方式可以作为进一步研究的基础。而关于优化研究的内容以及在研究通风方式过程中，必须考虑防火救灾的需求，是后续通风方案研究的重点。总之，秦岭终南山特长公路隧道最终通风方案的确定，还必须做大量细致的工作。

参考文献

1. 中华人民共和国行业标准：《公路隧道通风照明设计规范》，北京：人民交通出版社，2000.6
2. 夏永旭：秦岭终南山公路隧道通风技术研究项目建议书，2000.10
3. 夏永旭：欧洲四国公路隧道通风考察报告，2000.6
4. 夏永旭、戴国平：现代公路隧道的发展，2001年全国公路隧道学术会议论文集，人民交通出版社，2001.10
5. 夏永旭、杨忠、黄骤屹：我国长大公路隧道建设中的相关技术问题，现代隧道技术 2001.6
6. 王永东、夏永旭：长大公路隧道数值模拟研究，中国公路学报(待发表)，Vol.15(2000).1
7. 王永东、夏永旭：公路隧道纵向通风局部数值模拟研究，西安公路交通大学学报，Vol.21(2001).4
8. 戴国平、田沛哲、夏永旭：二郎山公路隧道通风及火灾对策探讨，长安大学学报(待发表)，2001.6
9. 铁一院西安分院：秦岭终南山特长公路隧道初步设计，2000.12