

# Analysis on Construction Technology and Quality Control of Expressway Tunnel

Zhongtao Wang

CCCC Second Public Bureau First Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 530007, China

## Abstract

When the People's Republic of China was founded, China was almost in a blank stage in the field of industrial development, all parts related to industrial development needed to learn and introduce advanced science and technology from other countries, which was the case with China's highway construction. Building a good road can greatly increase the speed and frequency of material circulation and technical exchanges in various fields, and increase the development speed of China's industry from the side.

## Keywords

expressway tunnel; construction technology; quality control; analysis

## 高速公路隧道施工技术与质量控制分析

王忠涛

中交二公局第一工程有限公司, 中国·湖北 武汉 530007

## 摘要

中华人民共和国成立时中国在工业发展的领域几乎处于空白阶段, 但凡涉及工业发展的部分都需要向其他国家学习和引进先进科学技术, 中国的高速公路建设属于这种情况。建设好道路, 能很大程度上增加各个领域的物资流通、技术交流速度与频率, 从侧面增加中国工业的发展速度。

## 关键词

高速公路隧道; 施工技术; 质量控制; 分析

## 1 引言

中国地域广阔、海拔高度差较大、地形种类较多, 多种原因影响着中国高速公路的发展与建设, 这让中国的高速公路建设存在较大的难度, 需要根据不同的地形、地质、岩石种类等因素来制定高速公路的施工流程, 在实际施工中还可能存在一定的不确定因素, 可能是天气、环境、人文等, 需要在具体施工过程中妥善解决, 要达到不能影响高速公路完工日期、完工后的质量的程度, 同时还要保证高速公路投入使用后的长时间内不影响其正常使用。针对上述提到的个别问题, 高速公路隧道诞生了, 中国现在大力发展交通运输, 于是高速公路隧道成为高速公路建设中的重要部分, 其主要用于喀斯特地貌高速公路的建设。

## 2 工程概况

中交二公局第一工程有限公司承建荔榕高速土建第七标段。该项目位于中国黔东南州榕江县境内, 起点始于八开

镇亚类村, 沿线途经八开村、腊酉村, 终点止于摆奶村。项目区属中亚热带湿润气候区, 年平均气温 18.2℃, 极端最高为 39.5℃, 极端最低为 -5.8℃, 年均降雨量 1195.9mm, 最多年降雨量 1621.7mm, 最低年降雨量 939.2mm, 年日照时数 1312.6h, 占可照时数的 30%, 相对湿度年平均为 80%, 无霜期长。

隧道区水文地质条件简单, 地表水系不发育, 主要为大气降水形成的暂时性地表面流, 地表水断面流量受降雨量控制, 主要顺坡向低洼处排泄, 部分沿裂隙下渗补给地下水。

高免隧道为小净距隧道, 左线起讫桩号 ZK82+880~ZK83+319, 隧道全长 439m, 最大埋深约 140m; 右线起讫桩号 YK82+876~YK83+281, 隧道全长 405m, 最大埋深约 140m。隧道区海拔高程介于 340~510m 之间, 相对高差 170m, 属构造剥蚀-侵蚀低山地貌区。隧道呈曲线形展布, 隧道总体轴线方向约 248°。采用组合灯具照明, 自然通风。隧道测设线间距 13.6~20.6m; 隧道左右线纵坡分别为 -0.5%/439m、-1.104%/405m。

## 3 高速公路建设的意义以及作用

建设高速公路的作用有以下几个方面:

【作者简介】王忠涛(1983-), 男, 中国陕西延安人, 工程师, 从事桥梁工程施工技术研究。

首先,能将公路几乎统一为笔直的状态,即使有弯道存在,其转弯的弧度也极小,不影响汽车的高速行驶速度,高速公路上也彻底取消了交叉路口,只允许有右侧车道进入或者是驶出,在高速公路上在无外界环境影响的因素下最低行驶速度为80km/h,这大大提高了汽车在城市行驶的速度上限,降低来往与城市之间的时间消耗,而高速公路上对速度也不是没有限制,考虑到大部分汽车的长时间行驶消耗以及旅客的高速公路行驶安全,所以设置了高速公路上的最高时速不得超过120km/h。

其次,可以大大增加通车的数量。汽车在城市中行驶限制行驶的速度较低,且因为城市中车流量大、地形限制因素较多、人流等不确定因素的影响,直接影响了汽车的通车量,高速公路的推行直接增强了汽车的通车辆,增加了通车效率,而且在使用中的高速公路通常情况下的最低配置都是双向四车道,但大部分地区高速公路配置已经超过双向四车道,双向四车道在没有外界环境、交通事故等因素的影响下每天的最低通车辆为5万辆次,这远远超过了城市道路的通车辆,是城市通车辆的5~16倍,所以高速公路的推行大大提高了通车效率。

最后,高速公路的推行能降低行驶成本与道路成本。车辆在城市道路中形式时,由于不确定外界的影响因素较多很容易发生交通事故,而交通事故的发生会影响通车时间,车辆还需要维修,还可能对道路以及周边的建筑或者公共财产进行损坏,增加时间成本、车辆的维修成本、道路维修成本,而高速公路修建出初衷就是为了降低时间成本,且降低效果明显,高速公路在没有外界环境影响的情况下能一直通行,汽车在高速公路上能连续且高速的行驶,对比与城市道路中时走时停的行驶情况,能有效地降低汽车行驶的油耗,汽车在高速公路中行驶每千米降低的油耗为25%~42%。

## 4 高速公路隧道施工技术以及控制要点

### 4.1 钻爆施工技术以及控制要点

钻爆施工技术的全称为钻眼爆破法施工,此施工法顾名思义需要爆破,主要用炸药来爆破岩石,在原先为实心的山体内部开出一个内室,这种施工方法广泛地运用于中国各类隧道的建设当中。钻爆施工技术最早起源于中华人民共和国成立初期的开矿建设当中,因此早期的钻爆施工技术被称为“矿山施工法”,在经过一定时期的实际运用与完善,逐渐完善出一整套明确的流程步骤:钻眼、装填炸药进行爆破、通风、必要的施工支撑、清渣清场。在实际的隧道建造过程中,这钻爆施工方法通常需要反复使用,这个过程被称为爆破循环,通过爆破循环来增加隧道的可通行距离,通过爆破循环增加的通行距离又被称为循环进尺。同样也存在没有爆炸循环与循环进尺的高速公路隧道施工,这是最理想化的钻爆施工,只需要进行一次钻爆施工就得到需要的破面尺寸,

这需要提前划定需求的破面尺寸,经过一定的计算测量出合适的爆破位置以及炸药释放量,这需要高精度的专业技术人员计算,同时需要对炸药的使用拥有一定的使用经验,还需要对被爆破的岩石有着充分的了解,其中最不能确定的就是岩石的稳定性,这也导致一次钻爆施工的成功概率很低,通常还需要对被爆破的岩石残体进行分割,来达到进行下一步程序的需求。

钻爆施工技术的过程涉及到炸药的使用,所以具有一定的危险系数,在进行钻爆施工之前,需要对将要进行施工的山体进行实地详细的考察,考察具体的岩石情况,调查主要岩石组成、次要岩石组成、山体岩石的主要结构、承力中心、施工前的天气情况以及天气情况对山体岩石与施工的影响,然后再根据上述的考察情况确定最终的爆破位置与炸药释放量。现在中国用于隧道爆破施工的炸药多为硝铵炸药,硝铵炸药相比与其他炸药具有较难人工控制的危险性,针对这较高的危险系数,相关的施工单位必须做好施工前、施工中、收工后的相关安排,详细的制定施工的内容与细节,对于施工的技术人员必须有着专业的技术与丰富的经验,这样才能提高安全系数与相施工的效率,还需要的对施工所用到大设备与器材进行严格的筛选与检查,保证其在施工过程中能够正常的工作。另一个需要着重注意的点就是施工过程中的安全,根据历史事故来分析,这是较为发生危险的过程,需要格外注意爆破后震荡波对于山体上碎石的影响,避免落石对施工队伍中的工作人员造成伤害,需要严格地执行施工前的准备工作。在施工的过程中还需要根据岩石的性质实施对应的防护措施,如对软围岩进行爆破前,一定要提前考虑到软围岩松泄的情况发生,避免软围岩松泄导致施工事故发生。

### 4.2 隧道洞口以及隧道明洞工程施工技术以及控制要点

隧道洞口以及隧道明洞是对隧道结构的一种专业称呼,通常是根据隧道施工的地形状况、岩石性质、回填土等因素来决定隧道的结构,隧道结构的主要组成由隧道的顶部与边侧墙体所组成。当隧道顶部为半圆拱形时被称为拱形明洞,二拱形明洞在中国的应用范围最广,其适用的范围很大,相对于其他结构最能满足中国地形种类多的情况,且耐用程度高、可使用时间长。还有其他类型的明洞,顶部结构为梁板的明洞,被称为棚洞。隧道的建设地形多变不一,这促使中国工人对明洞进行了合适的改良,并且使用的效果不错,得到了很好的推广。例如,在陡崖或者河流一侧建设隧道时,靠近河流或者陡崖的明洞隧道一侧无法进行合适的承载力基础建设,以免造成隧道坍塌的现象,可将部分承载力往隧道顶部专转移,将隧道顶部进行合适的改良,建造为悬臂式结构,这类结构被称为悬臂式明洞。当然也会出现隧道的一侧岩石厚度大,能承受正常情况外较多的力,也可利用这个优点在不影响结构承力的情况下,在侧墙体上开设窗洞,可以节省

材料,建立管道将窗洞与外界连接,使隧道内外的气体流通,降低隧道内外的温度差与压强差,避免较大体积的货车在隧道内经过长距离的形式,导致货车前部的气体积压,随着货车向前移动推挤空气在隧道出口处产生气爆的现象。对于明洞隧道的建设有很多细节上的要点,在明洞建设在钻爆施工技术步骤之后,所以在明洞施工之前需要对施工的环境进行详细的检查,避免爆破后的碎石与落石影响明洞施工以及施工人员的安全,在明洞步骤施工之前,需要对隧道顶部从拱部 $120^{\circ}$ 的范围之内进行自进式锚杆,在此之后才能进行挖洞施工,在施工的过程中还需要利用混凝土喷涂法加固隧道的已挖部分,以保证施工的安全进行。

明洞的建设材料主要是混凝土以及钢筋混凝土,对于较为特殊的地形以及地质还需要用特定的材料完成建造,对于隧道的边侧墙体通常用浆砌片石来建造。而隧道的顶部建设部分有特定的建设步骤,先要在顶部1m以上的部位回填一定量的石图,这部分土被称为回填土,回填土主要作为缓存层来降低隧道顶部以上的压力,而增加的缓存层会增加侧边墙体的承受载荷,所以要求衬砌的质量具有较高的水平,且施工的质量也要高,侧边墙体能很好地承受来自隧道顶部以及以上的压力后,地基承受的压力较大,可能时间一长会造成侧边墙体受力不均导致地基下陷,进一步导致侧边墙体损坏,从而导致整个隧道结构崩塌,所以需要将地基受力进行有效的分散,降低因为载荷集中造成的应力集中点开裂,还可将基地的在地深度增加,增加埋入地下的部分,利用大地来进行载荷承受。高速公路的隧道需要长期的使用,使用无法避免雨水的侵袭,为了不让雨水对隧道结构产生影响,造成安全事故的发生,需要隧道顶部上方的回填土上设置一层黏土作为防水层,对于隧道侧边墙体也需要做防水措施,同样需要在表面铺设一道防水层。当明洞处于地质软硬程度不一样的地质上时,在较软的地方会出现隧道局部下陷的情况,这样会增大隧道的安全隐患,为了减少隧道局部下沉的情况,可在软硬地质的交界处建设沉降缝,对于温度变化较大的区域,隧道的建设材料可能会受温度影响导致出现膨胀或者是压缩,而隧道最大的建设面积是侧边墙体,侧边墙体出现问题会大大降低隧道的质量与使用寿命,为了减少温差对于隧道的影响,可在侧边墙体的衬砌中设置伸缩缝来降低温差影响。

## 5 加强高速公路隧道施工质量的措施

### 5.1 加强对高速公路设计图纸的设计与审核

高速公路隧道的图纸设计是建设高速公路隧道的第一步,是整个施工的开端,隧道图纸能直接影响隧道的整个施工过程的进行与工程的质量,是整个隧道建设工程的根本,

假设隧道设计图纸出现差错,或者是内容细节未完善,进行施工的作业团队不具备专业的隧道设计技术,对于隧道的设计图纸出现问题的部分也不能进行分辨,施工作业团队的任务是按照图纸进行隧道建设,检查图纸也不在他们的责任范围内,所以可能会出现图纸问题发现不及时的情况,图纸的问题可能在施工作业开始进行至一段时间,甚至是施工结束后才会发现图纸问题,这可能会出现多种情况,在施工过程中发现图纸错误时,可能是因为施工难度增加,无法克服结构承受载荷较大的问题,或者是隧道结构出现坍塌,直接表面隧道出现问题,隧道坍塌还可能造成施工人员受伤;在隧道施工结束后发现图纸错误,这个时候隧道已经建设完成且外形完整,表面不存在问题,但内部存在安全隐患,可能会在使用中出现事故。以上两种情况都需要弥补隧道缺点,导致各种成本增加,所以加强对隧道建设图纸的设计与审核十分重要。

### 5.2 加强隧道施工质量与监督管理

施工过程对于隧道的影响最大,且能影响的部分很多。所以需要具备较强专业知识与丰厚建设经验的施工队伍去建设隧道,这样能保证施工的步骤与施工的流程操作具备专业性、科学性以及规范性。这种情况也需要配备监管队伍,监管队伍需要掌握专业的施工技术相关知识,才能在施工过程中关注到施工的细节与容易出错的环节,这样才能保证施工的质量与效率、保证隧道建设过程中不会出现建设缺陷、保证施工人员的安全、保证工程如期地完成。

## 6 结语

高速公路是提升中国发展速度的重要部分之一,现在中国的高速公路建设里程已经位居世界前列。高速公路隧道作为高速公路建设的重要组成,有着单独的建设流程与方法,注重高速公路隧道的建设能大大增强高速公路的建设效率,提升高速公路减少旅行时长的优点。

### 参考文献

- [1] 张绍鹏.铁路隧道下穿既有高速公路隧道施工控制技术研究[J].智能城市,2018,4(10):2.
- [2] 孙志国.高速公路隧道施工技术及管理要点的探讨[J].科学技术创新,2018(10):2.
- [3] 张建军,张金萍,陈光景.高速公路隧道监控系统的研究与实现[J].电子世界,2012(21):2.
- [4] 邵志鹏,孟庆禹,李常礼,等.一种高速公路隧道监控设备及系统:CN212873265U[P].2021.
- [5] 郑明波.高速公路隧道施工技术与质量控制研究[J].黑龙江交通科技,2016,39(7):2.