

# 高速公路隧道穿越溶洞段处治技术分析

李俊庆

中铁上海工程局集团第五工程有限公司 广西 南宁 530001

**摘要:** 由于溶洞地形特征在全世界范围内分布很普遍,是中国公路隧道工程施工的主要地形类型,因此溶洞地貌的主要地形特征也将关系隧洞施工的交通安全。所以,在公路工程施工活动中如何加强对高速溶洞段施工人员技能的应用,以及施工质量监督将成为促进公路工程建设、提升公路养护效率的主要因素。为能够增强溶洞高速公路的施工效果,要在施工的过程中仔细检查溶洞路段的熔岩分布区域、熔岩种类、岩石稳定性,并严格地依照国家规定的施工要求和施工标准来进行施工,并制订出合理的施工计划,使溶洞路段施工时可以达到一般高速公路的施工条件。

**关键词:** 高速公路;隧道;溶洞段;处治技术

## 1 高速公路隧道穿越溶洞段施工特点

高速公路隧道穿越溶洞段是由石灰岩地区下面的地下水,因长期溶蚀而得以形成的地质形态,它本身就具备形态不等、大小不一且毫无规律的特点。在进行高速公路隧道建设过程中施工人员对其的处理必须要十分谨慎,特别是较为大型的项目施工,为此,为进一步提高建设施工的质量能采用部分充填贫水岩溶、全充贫水岩溶、富水熔岩裂缝、富水岩溶管道及暗河、高压富水溶洞等方式,这些方式不仅不会对施工周边的环境造成污染,也能给施工人员创造一个安全、稳定环境进行施工作业,从而确保施工人员的生命安全,从而全面提高整体施工质量及效率<sup>[1]</sup>。

## 2 高速公路隧道穿越溶洞段处治的重要性

因为溶洞中的地质条件存在着相当的复杂性和特点,要想严格地根据国家有关管理规定进行建设操作,就一定要对溶洞做好针对性的管理。目前,针对溶洞段的,主要有三个技术。第一,对洞壁结构进行了修正;第二,对洞顶结构进行了加固;第三,对洞底基底进行了改良,并辅助以相应的防护措施。这三种处理技术,不但可以保证高速隧道顺畅的通过溶洞段,给隧道内工作人员的生命安全带来了保护,也可以减少溶洞周边环境对高速隧道施工过程的不良干扰,从而提高了溶洞内的正常施工条件,并减少了后续自然灾害对高速隧道工期的影响。

## 3 高速公路隧道穿越溶洞段施工难点分析

现阶段,中国在公路隧洞项目实施工程中,主要针对对于穿越溶洞路段工程建设中遇到的困难问题,重点是溶洞段本身因地质环境所造成的相对问题比较复杂,而内部水文地质条件却又比较特殊<sup>[2]</sup>。因为区域的溶洞地貌情况以及水文地质条件情况还具有相当的特殊性,所以

要求工程施工队伍在真正进行工程建设以前,一定要对工程建设地段的石灰岩溶洞地质环境情况进行充分勘察与研究,有效运用前期的地质勘察研究方法,制订出合理的公路隧洞工程施工方法,提高各项工程建设的稳定性与安全。

公路隧道施工在经过溶洞段工程中,一般条件下所遇到的溶洞规模大小都各不相同,而且溶洞的数量和集中度都存在明显的不同,溶洞内的地形条件和土壤填充状态的相应不同,使得整个溶洞路段的地形条件构成比较复杂,的工程施工带来一系列限制和干扰。因此,相关工程的施工人员在正式开始施工之前,就必须要对溶洞段的地质条件、溶洞尺寸大小、以及溶洞内部的地理环境构成情况等进行全面勘察和测量,需要根据溶洞内壁和隧洞穿越路段的工程建设技术标准要求,对整条公路隧洞开挖流程中的安全控制要求作出充分认识,充分满足溶洞段设计的基本工艺条件<sup>[3]</sup>。

## 4 高速公路隧道穿越溶洞段处治技术分析

### 4.1 部分充填贫水岩溶的处治

施工人员要充分掌握熔岩洞壁的整体结构和稳定性,并加强对熔岩洞的处理和预防洞壁危岩技术分析,同时还要加强对熔岩洞后期的初期支护处理,通过将混凝土作为溶洞的填充物使其更加稳定且牢固,倘若在溶洞内部出现仰拱基础且承载能力不在300kpa以及仰拱基础深度在6-8m时,会加大施工的难度系数,此时,施工人员应采取直径为219mm的钢花管桩使仰拱基础深度保持在8-9m范围内,同时在钢花管桩周边设置两个直径为15cm的小孔,且小孔的间距在20-25cm,随后对其进行注浆处理,从而使其具备更高的稳定性<sup>[1]</sup>。

### 4.2 全充贫水岩溶的处治

在高速公路隧道穿越溶洞段处治上还能采用全充贫

水岩溶技术,这就要求施工人员要对全充贫水岩溶的基本特点充分了解。例如,它是由怎样的填充物所组成,它的规模、稳定性又是怎样的。在对这些特点充分了解后就要加强公路隧道底部的稳固基础建设工作,结合实际隧道内部情况来制定科学、合理的防护措施,进一步加固隧道以及隧道预支护上,在制定防护措施时,通常采用的方式有大管棚、小导管结合、单个导管以及超前进进式锚杆等诸多方式,倘若在隧道洞内设置拱形的大管棚,它的长度应控制在30m左右,从而提高隧道内部拱顶围岩的安全稳固性。

#### 4.3 富水熔岩裂缝的处治

在对通过富水熔岩裂隙进行的公路隧道穿越溶洞段处治工艺设计过程中,工作人员还对富水熔岩裂隙的基本特征加以掌握<sup>[2]</sup>。因此,根据它的水压、渗漏能力、稳定性能等,人们可以采取排水减压等的工艺处理方法来拓宽岩溶的裂隙,另外,政府工作人员还应为它加强了保护措施,例如,预支护、初期极端情况的保护,上述方法都是比较普遍和成效突出的方法。

#### 4.4 富水岩溶管道及暗河的处治

因为在各个季节对高速隧道的影响有所不同,因此给施工者也带来了较多的技术要求,在对高速隧道穿越溶洞河段的治进行技术研究上,在选择富水区岩溶管道以及暗河的方式技术研究上,更要掌握其的基本性质与特点。因此,水压、水量、连通性是否优良等,这也就是各个季节气候对隧道的影响也是有所不同的,此时施工要结合现场的实际状况开选择不同的施工方案,如将富水岩溶景观管道分为二类,一种是按季节来分成季节性富水,另一种则是长富水,他们主要是以疏通为前提基础,在施工过程中施工人员还应尽量使用有引水洞、涵洞以及排水沟等,加强对隧道内部的建设工作<sup>[1]</sup>。此外,在进行高速公路隧道建设时当遇到暗河时施工人员首先应考虑的是,如何加强隧道与暗河二者之间的稳定性,它的稳定性能往往取决于溶洞内部的岩盘,假如施工的安全厚度不在施工标准范围内,应及时对其采取加固的处理方式,同时,施工人员还要时刻坚持以“截、导、排”为施工基本原则,尽量采用水通道的方式来对溶洞设置排水沟,还能采用引进的施工技术措施来提高高速隧道的结构安全系数。

#### 4.5 高压富水溶洞的处治

为提高我国高速公路建设的质量,施工人员还能采用高压富水溶洞的方式,在充分了解高压富水溶洞的基本特点和特征后,应对整个隧道施工和运行进行全方位的评价,并给予科学、合理、客观的评价,同时也是为确保隧道穿越溶洞施工顺利、安全进行的重要环节,

此时,能采用先进的超前钻孔来进行排水降压作业,也能采用在溶洞处钻孔的方式来对去进行排水降压作业,施工作业过程中必要时刻坚持“截、导、排”的基本原则,通过利用流动液体与固态物体混合而来的物体进行填充,既能起到保护环境的良好目的,还是稳固现场施工作业、注浆、钢管桩、换填等工作的关键<sup>[1]</sup>。

### 5 高速公路隧道穿越溶洞处治技术的主要应用

#### 5.1 溶洞段顶部和侧面的处理

在实际实施的工程中,对溶洞顶板及溶洞的侧壁进行管理,一定要严格注意以下三方面的问题。第一,施工单位一定要提高对溶洞顶板及及溶洞侧壁危岩的关注度。另外,可通过加锚的方法对石灰岩溶洞的附近岩层加以处理,采用这样的方法可以明显改善开挖过程中周围环境的可靠性和安全。施工方所涉及的石灰岩溶洞在规模性质上相当大,可首先通过机器手的方法实施水泥浇注,而后再对溶洞附近岩层进行处理措施。在这过程中,必须分外小心,开展岩洞周围岩壁的保护工程中,一定要合理利用锚杆方法加以运用,采取这样的方法保隧道工程的建造质量和工期效率。另外,针对于溶孔段洞身的设计,要着重注意溶孔的开挖面积,以避免开挖面积过大而对溶孔的安全性发生不良影响。而如果在施工过程中,发生了对洞身的安全性出现变化的情况,则必须要在最短的时间内提出有效的解决方案,从而使得洞身的承载能力可以获得合理的保护。最后在适当处理洞身的同时,还要利用内承台等混凝土构件的合理使用,以提高洞体的结实度<sup>[2]</sup>。所以,在实际安装工程中应将内撑承台分成三段,且厚度限制在二米以内。为了使内撑台的承重功能发挥,还要在再到的左侧、外侧及内侧合理的设置内承台,并利用泡沫板对其进行隔离处置。

#### 5.2 溶洞段基底的处理

在前期应保证溶洞段基底的地质条件以及水文条件的工程勘察工作落实。在工程勘察的过程中,要格外注意是否存在隐性的溶洞。

基于第一阶段的工程勘察结果,制定出一套最适合当前溶洞环境的施工方案。

合理的采用回填技术对溶洞段的基底进行处理。在支撑结构模型的选择方面,要根据实际情况的不同合理的使用桩基础承台。为了防止空间条件对现场产生不良影响,还要做好相应的模拟分析工作。

必须要对地下水的流动通道进行分析,根据技术人员的监控测量数据,完善现有的施工参数,通过这样的措施为施工的进度提供有效的保障<sup>[3]</sup>。

#### 5.3 公路隧道穿越溶洞侧壁加固处理

在实施保护处理的过程中,施工单位一定要针对现场状况的不同,并充分考虑溶洞在施工面积扩大以后施工对整个溶洞系统的性能所造成的不良影响。在具体实施过程中,必须根据对溶洞本身结构所造成的不稳定的主要原因作出充分的评估和深刻的剖析,还必须严格进行溶孔边壁施工过程中的保护工作,同时一定要保证溶孔在实施工作的过程中,可以进行有效的支撑与保护。不会由于建筑施工作业而产生倒塌甚至是建筑损坏的现象。在针对动身构件的设计施工时,可利用承台的混凝土施工对溶孔系统的安全性得到更好的改善。

## 6 不同类型溶洞的处治方式

如果在开挖的过程中,出现的溶洞类型是完全充填式溶洞抑或是部分完全充填式溶洞,在对其进行清理之前,必须首先对溶洞里面无用的石屑堆积进行全面的清理,之后再加大对溶洞表层的悬浮物进行更深入的清洗,以保持溶洞外表的平滑和清洁。待完成清理工作后,将开始进行溶洞回填工作。而在此期间,应特别重视回填工程中的环境情况<sup>[1]</sup>。如果在回填中的溶洞内出现了局部积水,就一定要先对积水加以清理,保持内部的空气干燥。你溶洞里面也会出现未知的充填物,对它处理不当很可能会给施工的安全造成不良影响。所以,为了继续保证施工方面的安全,就一定要先对可疑填充物在十米范围内进行一次超前开挖检查,在确定不放手再重新开始进行隧道施工工作。在实际开展的开挖施工活动中,施工单位也一定要针对现场状况的变化,适当的选择了三阶段施工方式,弱爆炸破碎施工方式甚至是短进尺安装方式等。当挖掘作业实施到距石灰岩溶洞位置很近的地方后,上台阶掌子面将会产生大量的粉状泥土,同时粘土中也会掺入部分岩石,此时施工单位一定要进行初期的保护加固工作。

遇到的主要溶洞类型是在高速公路隧道边墙上的溶洞,对这种形式的溶洞进行管理。第一步就是要对溶洞的自然环境,地貌情况和环境状况等进行细致的工程勘测和工程研究。同时经过研究消除后续开挖工程中可能会发生的较大过水问题,这些时候堆砌片时是最好的解决方法。另外,针对这种类型溶洞的管理与保护,一定

要在做好保护工程的同时进行填洞的开挖,要求回填的厚度  $> 3\text{m}$ ,  $< 6\text{m}$ 。

对于隧道内拱腰处或者是拱形出溶洞口的位置,就一定要先通过加固方法对溶洞进行保护处理。也就是采用锚喷混凝土的方法增强了隧洞内周围岩层的安全性。拱顶的溶洞相对大开展回填作业时比较困难,则应在拱顶附近回填卵石等缓冲物质<sup>[2]</sup>。由于溶孔的体积相对较小,因此在进行回填作业时,应优先采用建筑材料,甚至是将弃片等用作回填建筑材料,才能显著提高高速公路隧道施工的质量和后续工程项目的安全性。

该公路隧道建设的初期阶段并没有出现过溶洞,但在建设运行一段时间之后在隧洞的基底产生了溶洞。针对于这种特殊溶洞情况的处理,一定要进行对溶洞洞穴的回填处理,在回填材料的选用方面也要尽可能选用以片岩为主体的回填材料。在工作人员通过专门的方法对溶孔进行检查之后,在溶孔的探身高度  $< 6\text{m}$ ,能使用c25混凝土作为洞穴回填的主要填充材料。溶洞的深度  $> 6\text{m}$ ,一般是利用建筑施工过程中形成的垃圾为主体的回填工程,既能为后续的施工作业奠定坚实可靠的基础,还能减少原料成本投入,提高整个项目经济效益<sup>[3]</sup>。

## 结语

综上所述,熔岩地质在中国的分布已相当普遍。在公路隧洞建设过程中如果出现了溶洞段,就只有对其做好适当的处治措施,并制订出针对性的工程建设计划,而根据不同形式的溶洞类型,制定了针对性的处治方案。才可以在减少建设投入的基础上,改善公路隧道工程的建设效率,为公路隧道工程的建设效率提供保障,为民众提供一种较为安全、舒畅的道路交通条件。

## 参考文献

- [1]孙奎增.高速公路隧道穿越溶洞段处治技术分析[J].建筑技术开发,46(05):100-101.
- [2]蒲文明,赵国军,王永庆.高速公路隧道穿越溶洞段处治技术及监控量测分析[J].山西建筑,2019,43(15):152-153.
- [3]李晓春.公路隧道穿越充填型溶洞注浆处治技术研究[J].现代交通技术,2019,11(01):51-53+64.