

# 混凝土湿喷工艺在隧道施工中的应用

## Application of concrete wet spray technology in tunnel construction

黄 渤 邓文辉

Bo Huang Wenhui Deng

中交哈密交通建设有限公司 新疆 哈密 839000

CCCC Hami Transportation Construction Co Ltd Hami Xinjiang 839000

**摘 要:**公路隧道作为道路建设中的重要环节之一,施工方法从落后的人力施工逐渐向机械化施工慢慢转变,在隧道施工中随着机械的不断改进、相关材料(速凝剂等外加剂)的研发、设备的生产技术不断革新进步,湿喷混凝土技术慢慢的随着技术的发展,在隧道施工的过程中慢慢的被推广开来。新疆 G575 线巴哈公路东天山特长隧道,在隧道施工过程中与时俱进,新的工艺与新的工法在施工过程中慢慢取代了比较落后的技术,在隧道开挖初期支护的过程中采用新的技术——混凝土湿喷工艺,取代了传统的沿用多年的干喷技术。

**Abstract:** Highway tunnel is one of the important links in road construction. The construction method is gradually changing from backward manual construction to mechanized construction. With the continuous improvement of machinery, research and development of related materials (accelerator and other additives), innovation and progress of equipment production technology, wet shotcrete technology is slow in tunnel construction. Slow with the development of technology, in the process of tunnel construction is slowly promoted. In the construction of Dongtianshan super-long tunnel of Baha highway on Xinjiang G575 line, with the development of the times, new technology and new construction method have gradually replaced the relatively backward technology in the construction process. In the initial support process of tunnel excavation, new technology-wet concrete spraying technology has been adopted, replacing the traditional dry spraying technology which has been used for many years. Technology.

**关键词:** 混凝土湿喷技术

**Keywords:** concrete wet spraying technology

**DOI:** 10.36012/etr.v2i12.3053

公路隧道施工作为公路施工中重要环节,施工难度较大,危险系数较高,在施工过程中初期支护是关键环节,开挖完成及时进行初期喷射混凝土,对围岩进行初步的加固处理,提高施工过程中的安全系数。

### 1. 工艺概述

隧道喷射混凝土其主要的的作用就是能够有效的控制围岩的变形量,封闭围岩、加强围岩的自稳能力,防止围岩的松动和风化。传统的隧道初期支护喷射混凝土所采用的都是干喷法,但是随着科学技术的发展,大量的新材料,新工艺,新设备,以及新技术的出现,传统的施工方法的弊端也逐步体现出来,传统的喷射混凝土干喷工艺弊端太多,逐渐被湿喷工艺取代。

传统的干喷施工是在现场进行拌合将各种材料(砂石、水泥和速凝剂)拌合成混凝土,然后将拌好的混凝土材料放入干喷机械中,然后通过压缩气体将干混料通过管道(橡胶、塑料等)送到喷管里面,喷管上接的有送水管道,干拌混合料混料和水在喷管内混合反应,然后从喷嘴加压喷出,依靠喷射的压力,将反应的混凝土喷到建筑表面上,使其迅速的凝结以及硬化。其优点就是设备比较小,机动灵活方便操作,但是其缺点太多,比如喷射混凝土质量波动大,仅依靠工人经验控制加水量,回弹率高导致混凝土拌合料浪费严重,并且需要多名工人相互配合,施工效率低下,并由于混凝土拌合料呈干性粉状,在喷射混凝土过程中干粉加压喷射出很容易产生较多的粉尘,施工环境里面空气的质量比较恶劣,

**【作者简介】**黄渤(1994~),男,新疆喀什人,汉族,本科,助理工程师,研究方向:土木行业施工。

会对工人的健康产生很大的影响与危害。

所谓湿喷混凝土是相对干喷而言的,湿喷工艺稍微复杂一些,提前在拌合站按照相应配合比拌好混凝土,将在拌合站搅拌好的混凝土拌合料用混凝土罐车运送到隧道掌子面作业面处倒入湿喷机料斗,通过湿喷机将混合料送到喷嘴处,在喷嘴处通过管道加入速凝剂与拌合料混合,经过高压风从而完成初支喷射混凝土的作业。湿喷法相比于干喷法具有工作环境好,混凝土质量比较稳定,回弹量小,生产工作效率较高等优点,而且在时喷作业时仅需两三人操作湿喷机就能完成作业,扬尘小,对工人身体危害也较小。

相对于干喷工艺来说,湿喷工艺的混凝土运输过程、喷射混凝土采用的设备等比干喷工艺的成本价格要高,拌和的成品湿喷混凝土需用混凝土罐车来运输以保证到达现场的混凝土质量能够满足施工的要求,而且拌合出来的成平混凝土要在规定的时间内使用,否则就可能会因为混凝土的性质、质量达不到使用标准而成为废料,造成损失,湿喷所需要的成本比较高是很多小型工地(规模小,投资小)放弃,不使用的重要原因之一,但湿喷技术相对于高配版技术来说它具有很大的优势、优点,因此湿喷技术还具有很大发展空间。

## 2. 工程应用

经过分析对比喷射混凝土干喷法与湿喷法的优缺点,目前新疆 G575 项目东天山特长隧道喷射混凝土施工全部采用中国铁建 HPS3016 型混凝土湿喷机进行湿喷作业。通过拌合站设备智能拌合混凝土,使得水灰比处于理想状态,采用湿喷工艺,湿喷机作业大大提高了初支混凝土的抗渗指标,湿喷混凝土的高射速能够确保初支背后无空洞,有利提高初支施工质量。湿喷混凝土相对于干喷回弹率比较低、密实度以及平整度都比较高,混凝土强度质量也要高出 20%左右。

### 2.1 施工特点

#### 2.1.1 混凝土表面平整度

湿喷机操作手操纵喷头进行初支混凝土分层喷射,严格控制湿喷厚度与平整度。

#### 2.1.2 喷射混凝土强度

湿喷混凝土强度控制从源头就开始控制,在拌合站开始拌合混凝土开始就严格控制混凝土质量,通过智能化设备严格控制拌合过程中用料与用量,使水灰比达到理想状态,保证湿喷混凝土合格标准。运输过程中,为了保证运输过程中的混凝土性质,采用混凝土罐车运输混凝土至掌子面,严格控制运输时间,保证运输质量。运输到场使用时先对混凝土做塌落度试验,试验合格是方可采用,对于不合格混凝土进行废弃处理。在湿喷过程中,采用湿喷机操作分层喷射,控制平整度的同时,也能有效防止拱架背后空洞,分层喷射使混凝土更加密实,喷射过程中速凝剂添加更为可控,针对不同部位,严格控制速凝剂的使用量,使喷射混凝土强度更高,硬化过程更加合理。

#### 2.1.3 工作效率

传统干喷工艺需要 8 个人左右完成初支干喷作业,而在全面推行机械化的现在,湿喷机作为高度机械化作业的施工方法,在作业过程中只需要 3 个人左右就可完成初支作业,而且工作效率较干喷作业也有了大大的提升,缩短了开挖每循环的整体时间,提高施工效率。湿喷作业投入人力资源少,施工效率高,在全项目得到大力推广。

#### 2.1.4 混凝土回弹量

一方面湿喷机喷头,小臂,大臂之间相互连接,可自由调整角度,在施工作业过程中能够调整合适的喷射角度,并且可灵活控制喷头与作业面之间的距离,减少回弹量。另一方面在喷射混凝土过程中,速凝剂添加也是一个重要的方面,相比较干喷事先加速凝剂,参量不可控制,湿喷作业是在过程中添加速凝剂,对于速凝剂的添加全程可控,根据实际情况调整最佳速凝剂参量,以达到减少回弹量的目的。

#### 2.1.5 作业环境

这对作业环境来说湿喷工艺比干喷工艺来说粉尘率低,扬尘较少,整体工作环境空气质量都有了大大的提高,而且湿喷作业更加安全,工人操纵机械臂进行初支作业,喷头可伸到掌子面附近,工人距离掌子面较远,停留在初支已经完成的地方,有效减少了拱顶掉块对工人的危害,使工人们

作业安全系数有效提高。

## 2.2 应用效果

### 2.2.1 作业环境明显改善

用湿喷机湿喷作业,粉尘少,自然扬尘就少,大大提高了工人工作环境空气质量,有效减少了职业病的发生。改善了作业环境,工人施工积极性提高,工作效率也进一步提高。

### 2.2.2 喷射混凝土质量稳定有保证

湿喷作业过程中,机械臂转动灵活,针对干喷人工作业喷不到的角度,盲区等作业面,湿喷机都能够完成作业,减少了初支背后空洞现象的出现。在喷射过程中机械臂能够匀速运动,保证分层喷射过程中喷射厚度均匀、密实,表面平整度也比较好,相较干喷工艺,湿喷工艺回弹量也较小,有效减少混凝土损耗,既降低了施工成本,也提高了施工质量。

## 3.结束语

根据传统干喷工艺与湿喷工艺对比,不难发现,在隧道初支支护过程中湿喷工艺较干喷工艺有明显的优点,工作效率、施工质量都有了明显的提高,作业环境也得到了极大的改善,满足安全、文明的施工环境要求。

根据对比我们不难得出一个结论,湿喷工艺比干喷工艺具有更大的优点与优势,有极大的发展空间,在以后隧道施工发展过程中,全面推行机械化已经成为趋势,湿喷工艺将逐渐会取代干喷工艺,在隧道施工过程中得到广泛的发展与应用。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国行业推荐性标准.JTG/TF60-2009 公路隧道施工技术细则.中华人民共和国交通运输部发布

(上接第 52 页)

塌方等,建议对充填物进行加固处理,改善土体力学性质,确保施工及运营安全;

4.隧道拱顶上方的溶洞充填物厚度大,建议充分考虑土压力,地表溶洞采用轻质砼回填,四周加强排水。

## 参考文献

- [1] 《1:20 万区域地质图》及《1:20 万区域地质报告》安顺幅、水城幅  
[2] 《1:20 万区域水文地质图》《1:20 万区域水文地质普查报告》及

安顺幅、水城幅

- [3] 张全全. 浅埋大断面隧道围岩变形特性与施工参数优化研究[D].昆明理工大学,2015.  
[4] 雷金山.广州地铁隐伏型岩溶地基稳定性分析及充填处理技术研究[D].中南大学,2014.  
[5] 聂志凌.水压充填型岩溶隧道突水机理及衬砌结构力学特性研究[D].西南交通大学,2009.

(上接第 10 页)



## 6.结语

综上所述,对基桩的成桩质量检测是桥梁工程质量控制的关键,钻芯法检测是能够对基桩整体质量包括桩底持力层进行直观反映的一种有效的手段,在众多基桩检测方法中占据直观重要的地位。特别是在高速公路桥梁工程中,各方单位应重视基桩的钻芯法检测,提高公路桥梁基桩质量。

## 参考文献

- [1] 邓宁州, 基桩钻芯法检测质量控制探讨, 建材与装饰, 2017.7

67-68