

# 高瓦斯长大隧道大直径风筒安装施工技术

罗世刚, 李信

(中国水利水电第七工程局有限公司第一分局, 四川 彭山 620860)

**摘要:**瓦斯隧道施工中,通风良好是保证其安全的关键因素。而影响通风质量的关键除了正确的通风设备选型及合理的通风设备布置外,风筒的安装质量也是不容忽视的施工内容。介绍了高瓦斯长大隧道大直径风筒安装施工技术,可供类似工程借鉴。

**关键词:**高瓦斯长隧道;大直径;风筒;吊钩;钢绳;安装;龙泉山隧道

**中图分类号:**[U25];U214;U215

**文献标识码:**B

**文章编号:**1001-2184(2018)03-0143-02

## 1 概述

在隧道施工过程中,常因风筒安装不顺直、转弯处褶皱过大、风筒过台车等导致隧道内通风质量差。笔者在文中介绍的成都轨道交通18号线工程龙泉山隧道大直径风筒安装采用标准化安装施工技术,有效地减小了因风筒安装不规范导致的风阻、风损过大问题,在实践中取得了良好的效果,不仅改善了洞内施工作业环境,而且节约了隧道通风成本。

龙泉山隧道全长9.7 km,为油气田高瓦斯隧道,双洞单线。隧道共设置1号和2号两座斜井,均为主、副井设置。为保证洞内瓦斯浓度不超过安全规范标准,要求洞内的最小风速不小于0.5 m/s。为满足长距离送风要求、减小局部及沿程通风风损、提高通风效果,隧道设计采用直径为2 m的大直径风筒送风。

## 2 风筒技术规格

龙泉山隧道通风采用抗阻燃、抗静电风筒,风筒直径为2 m。风筒所有的接缝、接头均采用全封闭式热合焊接,焊接区域宽4 mm。风筒悬挂挂钩基布热合焊接在风筒布上,采用双排挂钩设置,直风筒挂钩间距为75 cm,转弯风筒根据转弯半径的不同挂钩间距适当加密(最小间距为30 cm),以保证风筒挂点之间不出现过大的悬垂度。为保证风筒与风筒连接方便,在风筒两端均设置有拉链,拉链采用高强度PVC材质制作。本工程采用大直径风筒,风筒直径与轴流风机出风口口径不匹配,为保证其过渡良好,减小风损,需采用

变径风筒,变径率一般不宜大于1:5。

## 3 风筒安装方法

### 3.1 直风筒安装方法

直风筒安装的主要步骤如下:吊钩定位→吊钩安装→钢绳安装→风筒挂装。

#### (1) 吊钩定位。

为了保证风筒安装顺直,风筒吊钩的安装需准确定位并保证吊钩在同一直线上,吊钩间距为10 m,首先由测量放线定位并在岩面上标识清楚吊钩安装点位及吊钩外露长度。

#### (2) 吊钩的安装。

吊钩采用直径为16 mm的钢筋加工制作而成,一端弯曲为环状,另一端锚固在岩面上。

打孔:根据测量标记的点位,采用手持式电钻打孔,孔径为18 mm,钻孔深度不小于15 cm,钻孔方向垂直向上。

定长:由于岩面不平整,在安装吊钩前,需根据标识确定吊钩的外露长度,吊钩外露长度以风筒通风时风筒顶部距岩面间隙不小于10 cm为准。对于超长部分提前割除。

锚固:首先在孔内灌入锚固剂,然后将吊钩插入孔内、完成吊钩的安装。

#### (3) 钢绳的安装。

在已安装的吊钩之间穿挂直径为4 mm的钢丝绳,并用紧线器将钢丝绳绷直、绷紧,绷紧后采用绳卡卡紧钢丝绳。由于风筒自重的作用,为避免风筒吊挂后下垂,在吊钩之间每隔2 m在岩面打设膨胀螺栓,采用防锈铁丝提拉钢丝绳,以保证风筒挂设后钢丝绳不下垂。

收稿日期:2018-06-21

#### (4) 风筒的安装。

风筒焊接有吊挂基布,通过活动三角挂钩,在左、右侧采用人工同时提拉进行风筒布的挂设,每悬挂3~5个挂钩用力向前拉直一次,使风筒保持平、顺、直,避免通风时风筒出现褶皱而影响通风效果。连接风筒时,风筒向前必须悬空运行,严禁在巷道地面上撕拉乱扯,避免造成风筒损伤。

#### 3.2 转弯风筒的安装方法

龙泉山隧道为长大隧道,风筒在隧道斜井与正洞转弯处易产生褶皱,局部风阻会急剧增大,增加能耗并影响通风效果。

根据离心力公式可知:风筒转弯半径越小,风筒所受的侧压力越大,风筒内的风速越大,风筒所受侧压力越大。一般情况下,风筒弯曲半径不宜小于风筒直径的3倍。

在安装过程中,常常由于转弯处风筒安装不规范而导致风筒出现褶皱,影响其通风效果。在转弯处,风筒安装宜采取以下措施:

(1)采用带钢圈风筒。风筒转弯处,风筒宜根据现场情况进行工厂化定制,对风筒材质进行加厚处理且风筒通过钢圈加强,钢圈间距根据转弯半径的大小决定,最小为30 cm,以提高风筒的强度。

(2)加密吊点。对风筒的吊点进行加密,以保证在通风过程中不致因侧向力过大造成吊点基布脱落而影响通风效果。

(3)加密吊钩。在风筒内、外侧增设吊钩,吊钩间距不大于1 m,使悬挂的钢丝绳在转弯处顺接。通过增设吊钩,能有效地束缚风筒,不致使风筒在转弯处出现褶皱。

(4)规范安装。吊钩的安装位置、预留长度、转弯半径均需与风筒半径匹配,对局部可采用防锈铁丝对钢绳进行提拉纠正,保证安装规范。

#### 3.3 风筒的延接要求

施工过程中,随着隧道开挖的推进,为保证出风口与掌子面的距离,风筒也应相应的接长。根据规范要求,风筒出风口距离掌子面的距离不超过5 m,但在实际开挖过程中,由于钻爆台架阻挡而难以实现。在实际施工中,风筒出风口距离掌子面的距离可根据现场检测得出。当出风口远离掌子面要求的距离时需要延接风筒,单次延接长度一般为10 m,从而保证出风口距离掌子面不致

太远而影响通风效果。

针对成洞段,为避免接头较多、风阻过大,在二衬施工完成后,可将二衬后面的风筒更换为长度为50 m或100 m一节的风筒,从而减小局部风阻,提高通风效果。

#### 3.4 风筒穿作业台车的安装

隧道施工时,风筒需穿二衬台车、钢筋台车、防水板台车。风筒穿作业台车时,需保证风筒的完好性。

在进行作业台车设计时,需预留风筒的通行空间,针对隧道净空断面狭窄的情况,预留空间的高、宽尺寸不得低于风筒直径的90%,从而保证风筒不致被过分挤压而影响通风效果。

在钢模台车行走时,需提前将钢模台上的尖锐突出物打磨平整,在入口处安装环形滚筒,中部安装环形滚筒式支架,以减小风筒与台车构件的摩擦,保证风筒穿台车顺滑。

#### 4 风筒的维护与管理

隧道施工过程中,风筒的损坏在所难免,针对不同的损坏方式要采取适当的修补方式,从而在保证通风的同时节约维护成本。

(1)基布脱落:需采用热合焊接的方式进行修补。破口较小(长度小于1 m)时,可采用修补带修补,修补带的直径比风筒直径小5 cm,保证修补带与风筒密贴;当破口较大(长度大于1 m)时,一般需更换新风筒。

(2)风筒拉链断开:及时通知作业面工人停止施工并更换风筒。对拉链损坏的风筒更换新拉链,更换新拉链使用补鞋机。

(3)风筒掉落:及时通知风机管理员减小送风量,尽快将掉落的管路用牵线吊起,按照要求固定牢靠,完成后,恢复正常送风。

#### 5 结语

隧道通风是保证施工安全的关键因素。通过大直径风筒在龙泉山高瓦斯长大隧道工程的成功应用,总结了风筒安装的规范操作流程、施工重难点及注意事项,有效地减小了通风风阻,节约了风机运行成本,保证了洞内施工供风要求。

#### 参考文献:

- [1] 张梅,等.铁路隧道施工通风技术与标准化管理指导手册[M].北京:中国铁道出版社出版,2010.

(下转第153页)

石在较低的一侧填筑,尽量使抛填的第一层厚度较厚,当片石完全压入淤泥内即可继续实施抛投。当压路机在其上面进行工作时不再有下沉现象发生,此时即可将抛填停止。

### (3)整平。

卸下的块石采用推土机整平至块石间无明显的高差。粒径过大的块石需解体,以保证碾压密度;整平要均匀,对不平之处采用人工填铺碎石找平。当至设计标高并在块石顶面铺完碎石层后,再使用推土机稳压、推平。

### (4)碾压。

采用重型振动压路机分层进行碾压,碾压时应由外侧路肩部位向路中依次进行,轮迹重叠0.4~0.5 m,以利碾压密实。在碾压施工时,应进行一次静压,随后应采用低频碾压的方式,首先是两次高振幅碾压,随后实施两次低振幅碾压,在该程序结束时,再进行一次静压操作。沉降观测数据显示,碾压7遍后抛石挤淤最终的沉降量均控制在5 mm以内,沉降趋于稳定。

### (5)检测。

抛石挤淤效果的检测主要为承载力试验与探挖检测。

承载力主要采用K30承载板检测,K30承载板能测量板下60~90 cm厚度土的密度状况,所测得数据能准确地反映填料的压实质量,承载板直径为30 cm,有效截面面积为706.86 cm<sup>2</sup>。根据本工程实际情况,取K0+720及K0+770两处点位做承载力试验。根据实测的回弹变形并经计算和分析得知实测承载力均大于200 kPa,满足设计要求的承载力。

本段检验抛石挤淤是否落底采用挖掘机挖探法进行检测。根据探摸结果,可以看出此段软弱路基抛石挤淤的深度为2.9~3.4 m不等,分布均匀,落底效果良好,承载力高,无下卧软土层,骨料间胶结性能较好,中下段局部有淤泥薄层。

(上接第144页)

[2] 杨立新,洪开荣,刘招伟,罗占夫,等.现代隧道施工通风技术[M].北京:人民交通出版社,2012.

#### 作者简介:

罗世刚(1987-),男,重庆市人,工程师,学士,从事水利水电及市

### 3.3 施工后的沉降分析

根据所编制的工程施工测量方案及确定的观测周期,首次观测应在观测点安装稳固后进行。首次观测的沉降观测点高程值是以后各次观测用以比较的基础,其精度要求非常高。该工程施工时采用N2级精密水准仪,每个观测点的首次高程应在同期观测两次后取其平均值决定。

抛填完成后,对临时观测桩进行抛填体沉降观测,观测结果显示:抛石在碾压完成后随时间的推移仍存在一个沉降期,总沉降量约为16 mm,在第5 d后沉降趋于稳定。

### 3.4 效果评价

该道路工程已于2016年8月竣工并投入使用,历时近一年,该段道路运行良好,路面及路基均未发现明显的沉降和变形等现象。该项目采用抛石挤淤法处理路基效果显著,有效地提高了地基承载力,消除了不均匀沉降隐患,且随时间推移,孔隙水压将逐渐消散,将进一步提高其下卧层承载力。

## 4 结语

抛石挤淤法使天然软弱地基得到了补强加固,提高了地基强度,保证了地基的稳定性;降低了地基的压缩性,减少了地基的沉降和不均匀沉降;改善了软弱地基条件,消除了地基土的振动液化,消除了湿陷性土的湿陷性、膨胀性土的膨胀性等各种不良特性。在此基础上,将其广泛应用于类似软弱地基工程,对于充分、有效、科学、合理地开发软弱地基具有较大的实用意义。

#### 作者简介:

林晓旭(1986-),女,四川内江人,工程师,学士,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工

罗超(1989-),男,四川成都人,助理工程师,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

政工程施工技术与管理工

李信(1993-),男,四川成都人,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)