

探析降温除尘箱在压入式通风隧道中的应用

王三福

(中铁隧道集团一处有限公司 重庆 401123)

摘要: 压入式隧道通风技术是通过风机将具有一定风速和压力的空气输送到掌子面, 将有毒有害气体和粉尘排出洞外的一种施工技术。在我国现阶段长大隧道施工中, 得到了广泛的应用。该通风技术可保证隧道正常通风, 但无法有效降低隧道施工作业面环境温度。本文介绍了一种降温除尘箱, 将该设备用于压入式通风隧道中, 能够明显降低隧道作业面环境温度, 取得了不错的经济效益。

关键词: 压入式通风; 降温除尘箱; 环境温度

0 引言

压入式隧道通风技术是通过风机将具有一定风速和压力的空气输送到掌子面, 将有毒有害气体和粉尘排出洞外的一种施工技术。在我国现阶段长大隧道施工中, 得到了广泛的应用。福州某隧道右洞起讫里程为YK4+695~YK8+520, 全长3825m, 开挖由左右线连接通道进入右洞, 右洞大小里程平行施工, 通风方式为压入式通风。右洞配置一台200kW×2型隧道专用轴流式通风机供右洞大小里程通风, 斜井部位采用一根 $\phi 1800\text{mm}$ 20m/节的抗静电、阻燃软管作主风管, 在到达斜井三叉口后, 采用传统三通风管进行分流, 达到大小里程同时通风目的。在后续施工过程中, 右线小里程进口段由于围岩等级变差, 项目采用双侧壁导坑法施工。在人工开挖立拱时通风效果较好, 对通风量需求低; 在导坑出渣初期喷浆支护时作业面空气质量差, 需加大通风量; 传统三通风管虽然达到了分流的目的, 但是无法控制通风量。项目所在地福州属典型的亚热带季风气候, 年平均气温为20~25℃, 最热月7~8月, 平均气温为33~37℃, 极端气温最高42.3℃; 再加上隧道内施工机械运行排放的热量、二衬部位大体积混凝土凝固时释放水化热, 导致隧道二衬作业面实测温度最高达到35℃左右, 因洞内高温导致工人离职现象频发, 影响施工生产进度。

1 改造方案

为了解决洞内高温问题, 保证施工生产正常进行, 项目积极进行现场调查、查阅资料, 研究设计了降温除尘箱。一种降温除尘箱, 能够对通入箱体内部的空气进行有效地降温和除尘, 且降温除尘后的空气带有水分并

通入隧道中, 进一步对隧道内的环境进行降尘和降温, 避免隧道内高温高烟尘影响工作人员的健康。降温除尘箱设置风量控制器, 根据现场实际施工情况, 对不同作业面通风量进行合理分配, 使得隧道内有限的通风资源得到充分利用。

1.1 降温除尘箱工作原理

洞外的新鲜空气通过压入式通风技术进入进风管道, 第一喷雾器对空气进行喷淋, 去除空气中的绝大部分烟尘和杂质, 并使空气带有水分; 双轴电机带动风扇转动, 将洞内的带有大量烟尘的空气吸入除尘管道, 经第二喷淋器去除烟尘和杂质, 并使空气带有水分; 带有水分的空气经冷却管道内的冷却管降温并排入洞内, 降低洞内温度的同时, 也能进一步对洞内环境进行降尘处理, 避免隧道内高温高烟尘影响工作人员的健康。风量控制器可实现对不同作业面通风量大小的调节, 合理分配通风量。

1.2 降温除尘箱结构

降温除尘箱主要结构包括箱体、除尘机构、降温系统及水循环系统, 如图所示。

1.2.1 箱体

降温除尘箱箱体外形尺寸(长×宽×高)为4000mm×3000mm×3000mm, 外部结构包括进风口、出风口、风量控制器、检修通道及冰块滑入口。进风口与洞外柔性风管相接, 使得洞外新鲜空气进入箱体内部, 出风口与洞内风管相接, 将经过降温除尘箱冷却加湿处理的空气输送到作业面。风量控制器包括两个滑轨和挡板, 两个滑轨分别固定在降温管道与箱体连接处的上下两端, 挡板置于两个滑轨之间且可沿滑轨前后滑动, 挡板在某一时刻可完全挡住降温管道; 通过滑动挡板可以控制挡板挡住降温管道出风口的大小,

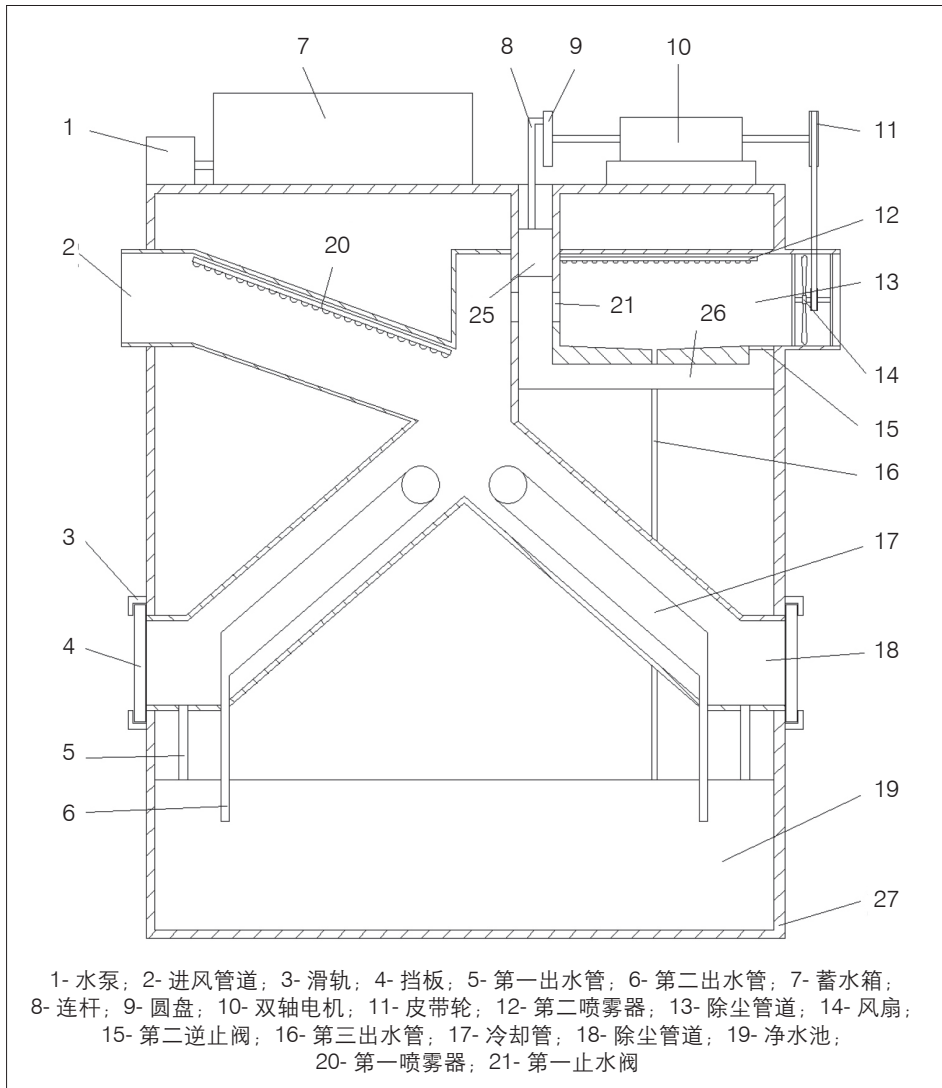


图 降温除尘箱主要结构

以此控制出风量。

1.2.2 除尘机构

箱体左上角设置进风管，通过在进风管壁处安装喷雾器形成除尘系统，喷雾器对进入箱体的新鲜空气进行加湿及除尘。除尘机构包括除尘管道、循环组件和双轴电机，除尘管道的左侧与循环组件连通，右端贯穿箱体右侧且在端口处安装有风扇，风扇的转轴上和双轴电机右端的输出轴上均固定有传动轮，且两个传动轮通过传送带连接，除尘管道内设有第二喷雾器，第二喷雾器与蓄水池连通。

循环组件包括缓冲通道、活塞和循环管，缓冲通道的左侧和右侧均设有通口且分别与降温管道和除尘管道连通，缓冲通道的左右两侧通口处均设有第一逆止阀，循环管的一端与缓冲通道的下端连通，另一端与除尘管道的右端下侧连通且在连通处设有第二逆止阀。

缓冲通道的上端贯通箱体上侧，活塞置于缓冲通道

中，双轴电机左端的输出轴上固定有圆盘，圆盘的偏心处转动连接有 L 型的连接杆，连接杆的自由端置于缓冲通道内并与活塞上侧转动连接。

双轴电机转动，能同时带动风扇和圆盘转动，风扇转动时，能将洞内的高温高烟尘空气吸入除尘管道，经第二喷淋器除尘，去除大部分烟尘并由水分吸收部分热量，进行初步降温；同时，圆盘转动，会带动连接杆上下移动，使活塞在缓冲通道内上下移动，当活塞上移时，缓冲通道左侧的第一逆止阀关闭，右侧的第一逆止阀打开，第二逆止阀关闭，此时经初步除尘降温的空气被吸入缓冲通道，之后活塞下移，缓冲通道左侧的第一逆止阀打开，右侧的第一逆止阀关闭，第二逆止阀打开，部分空气流入降温管道，部分空气流经循环管，并重新进入除尘管道，作二次降温除尘，且将吸附有烟尘和为吸附烟尘的水分随空气重新排入除尘管道，能最大化利用水，实现高效除尘降温。

除尘管道的下侧成漏斗状，且下端连通有第三出水管，第三出水管的自由端置于沉淀池中；除尘管道的下侧成漏斗状，能方便将附着在管壁上的带有烟尘的水分导入第三出水管，流入沉淀池中。

1.2.3 降温系统

降温系统由两根降温管道加外置冰块构成，降温管道呈倒 V 型，降温管道的两侧均沿轴线设置一个冷却管，降温管道的左右两端的下侧连通有第一出水管，冷却管的下端连通有第二出水管；沉淀池包括沉淀池和净水池，沉淀池和净水池之间设有隔板，隔板的上侧设有过滤板第一出水管的下端置于沉淀池中，第二出水管的下端置于净水池中；箱体的顶部设有水泵和蓄水箱，水泵的两端分别与净水池和蓄水池连通，用于将净水池中的水抽入蓄水池中，第一喷雾器与蓄水池连通。外新鲜空气进入箱体后，经除尘降温系统处理后，形成冷湿空气后输送至作业面，达到降温除尘目的。

1.2.4 水循环系统

水循环系统由沉降池、蓄水池及水泵组成。沉降池包括沉淀池和净水池，所述沉淀池和净水池之间设有隔板，所述隔板的上侧设有过滤板，所述第一出水管的下端置于沉淀池中，第二出水管的下端置于净水池中；箱体的顶部设有水泵和蓄水箱，水泵的两端分别与净水池和蓄水池连通，用于将净水池中的水抽入蓄水池中，所述第一喷雾器与蓄水池连通，可实现水资源循环利用。

2 降温除尘箱应用效果

相比于现有技术，本发明具有如下优势：

(1) 洞外的新鲜空气通过压入式通风技术通入进风管道，第一喷雾器对空气进行喷淋，去除空气中的绝大部分烟尘和杂质，并使空气带有水分；双轴电机带动风扇转动，将洞内的带有大量烟尘的空气吸入除尘管道，经第二喷淋器去除烟尘和杂质，并使空气带有水分；带有水分的空气经冷却管道内的冷却管降温并排入洞内，降低洞内温度的同时，也能进一步对洞内环境进行降尘处理，避免隧道内高温高烟尘影响工作人员的健康。

(2) 洞外空气经第一喷雾器除尘后，带有杂质的水会沿着降温管道内壁流动，并经第一出水管流入沉淀池，除尘通道内的空气在经第二喷淋器除尘后，带有杂质的水会经第三出水管流入沉淀池，沉淀池中的水位不断上升，直至漫延到过滤板，经过滤板过滤后浸入净水池，而较大的杂质也会逐步静置沉淀至底部，同时冷却管中因为投入的是冰块，融化后的水可经第二出水管直接流入净水池，之后水泵将净水池中的水抽入蓄水池中，继续用于除尘管道和进风管道除尘，实现水资源循环利用。

(3) 降温除尘箱设置风量控制器，根据现场实际施

工情况，对不同作业面通风量进行合理分配，使得隧道内有限的通风资源得到充分利用。

3 结语

本发明提供了一种降温除尘箱，包括箱体、除尘机构、降温系统和水循环系统，降温管道设置在箱体内部且两端分别贯通箱体的左右两侧的下端，降温管道两端与箱体的连接处设有风量控制器，降温管道内设有冷却管。进风管道安装在箱体的左侧上端，且一端置于箱体外侧，另一端置于箱体内侧并与降温管道中部连通；除尘机构安装在箱体右侧上端，且一端与降温管道的中部连通，另一端与箱体外侧连通；沉降池置于箱体内部的底侧，进风管道内部的上侧设有第一喷雾器。本发明能够对通入箱体内部的空气进行有效地降温和除尘，且降温除尘后的空气带有水分并通入隧道中，进一步对隧道内的环境进行降尘和降温，避免隧道内高温高烟尘影响工作人员的健康。

参考文献：

- [1] 雷锐锋. 压入式隧道通风技术在长大隧道施工中的应用[J]. 山西建筑, 2017(07): 164-165.
- [2] 陈红波. 隧道施工常用通风方法及风量的计算[J]. 河港工程, 2002(01): 41-43+48.
- [3] 李有兵. 长大隧道机械化配套安全快速施工技术[J]. 现代隧道技术, 2012(05): 110-116.
- [4] 张丕界. 长大隧道机械化施工设备配套技术[J]. 隧道建设, 2006(01): 39-43.
- [5] 张燕婷. 复杂条件下超长隧道快速施工技术研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2013.

作者简介: 王三福(1980.08-), 男, 汉族, 甘肃天水人, 本科, 工程师, 研究方向: 工程机械。