

小断面隧洞施工通风及岩面防污染措施

汪海滨, 马春青

(中铁十一局集团公司建筑安装有限公司, 湖北 襄樊 441003)

摘要:针对青藏高原气候区曾达电站气温低、干燥爆冷等特点,以及小断面引水隧洞在支洞口部位特有的瓶颈效应,以不利于通风、排烟、出渣和工程安全及劳动保护等不利因素为出发点,对开挖岩面由于粉尘和烟雾污染致使围岩和支护结合不紧密等问题,通过采用混合式通风和中部增设通风中继站、柴油机净化装置,加大排烟风机的风量,喷雾洒水,缩短出渣时间,提高光面爆破效果减少渣块的大块率,合理调度,及时进行拱顶喷浆封闭,减少未喷面受污染的持续时间,喷浆前采取高压风、水冲洗等措施,实现了该引水隧洞中施工效益、质量、安全的目标。

关键词:小断面隧洞;施工通风;污染防治;高原地区;曾达电站

中图分类号:TV732.3

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2003)04-0044-03

1 工程概况及施工特点

曾达电站位于四川省甘孜藏族自治州色达县境内,以发电为主。无压引水隧洞长3 173.55 m,自0+050至3+223.55,城门洞型,比降0.1%,直墙净高2.9~3.64 m,净宽3.4 m,用素混凝土衬砌,洞顶采用M10砂浆喷护。分别在0+936处设1号支洞、2+244处设2号支洞,为圆拱直墙式,底宽3 m,直墙高3.05 m,拱半径2.194 m。

工程位于青藏高原气候区,冬寒夏凉,四季不分明,昼夜温差大。5~9月是夏半年,受西南季风的影响,常伴有对流性降水的天气过程,雷暴和冰雹频

繁。10月至次年4月是冬半年,受青藏高原冷气压和西风急流的控制,气温低,干燥爆冷。多年平均气温-0.1℃,历年极端最高气温23.7℃,历年极端最低气温-36.3℃。

曾达电站引水隧洞施工有以下特点:

a. 隧洞断面小,不利于通风、排烟。曾达电站地处高原寒冷地区,海拔高(工程位置3 300 m以上),空气稀薄(含氧量较正常降低45%以上)。根据引水隧洞原设计方案,由支洞进入主洞的施工区长度达1 156 m(见图1),通风较为困难,兼之支洞断面设计远较主洞小(支洞断面12 m²,主洞断面19 m²),每一支洞断面必须承担主洞两个工作面的通风、排烟及

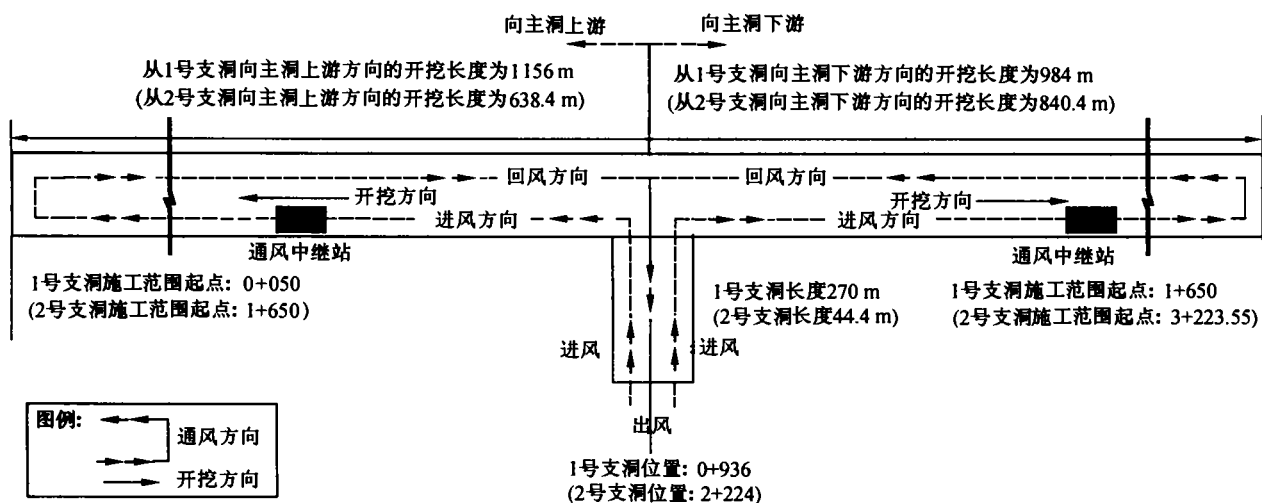


图1 施工通风形象示意图

作者简介:汪海滨(1971—),男,湖北襄樊人,工程师,硕士,主要从事土木工程施工管理工作。

出渣任务,使支洞成为咽喉部位,易形成“瓶颈效应”,即主洞两个工作面 $2 \times 19 \text{ m}^2 = 38 \text{ m}^2$ 的通风、排烟呈“倒漏斗”状从支洞部位排出,必然导致洞内烟尘含量大,氧气供给不足,通风时间延长.按轻、热空气在空间上部,重、冷空气在空间下部的空气动力学原理,烟尘主要在隧洞上部(即拱顶部位)流通,在主洞与支洞部位,形成“瓶颈效应”而在主洞内循环(见图2),不能有效地流向支洞方向,使通风作业的效果较差,通风效率降低.

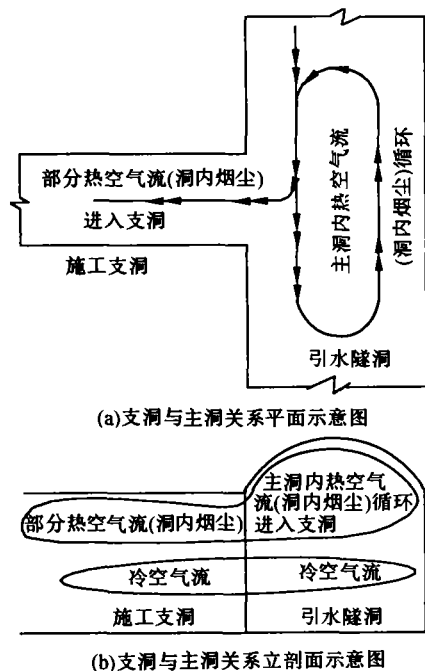


图2 瓶颈效应——洞内烟尘循环

b. 隧洞断面不利于开挖出渣.施工所需的各种管道(包括进风管、回风管、高压给水管、高压供风管、反坡施工排水管道、顺坡施工排水沟槽以及架空动力及照明电力线路等)布置后,洞内净空断面满足不了人员通行和车辆运输通行的正常空间需要,施工出渣运输车辆、人员、材料在支洞中通行和会让错车时必然在施工支洞部位严重堵塞.

c. 隧洞断面小,不利于工程安全和劳动保护.如前所述,支洞断面过小,通风困难,洞内烟尘含量大,氧气供给不足,使施工作业条件恶化甚至不能保证基本的人员施工环境需要,易酿成安全事故(如人员窒息,神经麻痹,矽肺病等)和工程事故.

可见,做好施工通风设计,对开挖岩面做好预防和纠正油烟污染措施,对保证工程安全和质量有着重要的意义.

2 施工通风及岩面防油烟污染设计

曾达电站引水隧洞工程断面较小,施工难度大,且施工预算费用较低.根据施工组织设计的“坚持在

实事求是的基础上,力求技术先进、科学合理、经济适用的原则,在确保工程质量标准的前提下,积极采用新技术、新工艺、新机具、新材料、新测试方法”的要求,施工洞内出渣方案由原轨道车运输调整为采用矿山专用电动轨道式装渣机装渣(轨道长30m),改装柴油小四轮车运输.与此同时,施工过程中必须采取有效措施,按照绿色施工的原则,减少粉尘、油烟对洞室岩面的污染,保证拱顶喷浆(M10砂浆、C18混凝土)和边墙衬砌能与新鲜岩面良好粘接,成为支护整体.

2.1 通风设计

采用混合式通风,即在支洞口同时设置压入通风机和吸出风机.压入通风的作用范围为整个隧洞长度,而吸出风机的作用范围主要为支洞与主洞交叉联系段.当通风距离较长(约800m^[1]),油烟和粉尘浓度较大时,在原设计的压入式通风方式的基础上在隧洞中部增设中继站,保证压入风管风口的压力和作业点的足够风量,为掌子面提供新鲜空气.同时保证洞内油、烟能及时集中排至支洞口一定范围(主要为吸出通风机的作用范围),从而保证洞内油、烟和粉尘从排风管道集中抽排至洞外.为尽可能避免风力损失和接口漏风,本工程采用铁皮风管取代软管(直径为700mm).压入风口与排出风口距离25m,以保证污浊空气不会循环流入洞内.

2.2 开挖过程中降低污染的措施

a. 柴油机净化,减少油烟排放量.柴油机排出的烟尘不仅会污染岩面,同时其中碳黑能吸收多种有害气体和其他物质.因此必须尽可能降低其烟尘排放量.据有关资料和实际施工经验,通过柴油机外净化装置(其中有氧化净化器、水洗净化设施、再燃法净化器等)^[1],烟尘排放量降低效果较好.施工中,对每台进洞的柴油机均设置机外净化装置,以降低油烟排放量.

b. 加大排烟风机的风量,降低洞内油烟浓度.出渣过程中,必须保证排烟风机的风量,同时,保证风管出口具有一定的风速,使柴油机排出的油烟随时排出洞外.轴流风机及其管道应经常保养维护,减少沿途漏风,以保证最低风速不得小于0.15m/s.当风速达到1.5~3.0m/s时,作业面的油烟粉尘浓度可降至最小^[1].

c. 采用混合式通风,使油烟从管道中集中排至洞外.当通风距离较长(约800m),油烟和粉尘浓度较大时,在原设计的压入式通风方式的基础上增加吸出式通风,将通风方式调整为混合式通风,既保证作业点的足够风量,同时使油烟通过管道排出,避免油烟污染围岩.

d. 喷雾洒水,提高降烟尘率.出渣过程中,当轴

流风机的排烟尘效果不明显,巷道内积聚烟尘较多时,采用喷雾器制造水幕,射向烟尘源。喷雾器分为单水型和压气型,前者以高压水为动力,通过喷嘴将水雾化,这种水幕对内燃机的烟尘降尘率达到38.7%~46.5%,同时通过在水中加入适量的湿润剂,效果显著提高。

e. 缩短出渣时间,减少污染时间。根据通风和出渣方案设计,对洞身污染影响最大的因素是小四轮柴油车,因此出渣时间越短,洞身岩面受油烟污染就越少。出渣时间受装渣效率控制。一方面由于断面较小,出渣量不大,出渣时间相对较短;另一方面,通过提高光面爆破效果,减少渣块的大块率,从而减少人工清理轮廓线和危岩的时间,以及二次破解大块渣块的时间,并通过人工配合装渣机作业等措施,为装渣争取时效。同时通过合理的调度,保证机动车的有序行驶路线,避免洞内堵车;出渣车加强保养和维修,减少故障,多拉快跑(在载重范围内多装渣)。通过上述措施,使机动车在洞内作业和排烟时间缩至最短。

f. 及时进行拱顶喷浆封闭,减少未喷面受污染的持续时间。由于柴油机排除的油烟大部分集中在拱部(断面上部)顺风流排出,因此施工中采用拱顶喷浆与断面开挖两道工序平行作业,拱顶喷浆作业紧跟开挖的掌子面30~50m施作,该距离保证了拱顶喷好的砂浆不受掌子面开挖时的爆破冲击,防止喷面砂浆受震动而脱落。在实际操作中,可通过实验取得距离参数,尽可能缩短喷浆面与掌子面的距离,使拱部岩面在受到油烟较大污染前即喷浆封闭。

2.3 喷浆前的除污染措施

通过上述防污染措施,将洞身岩面受油烟污染的程度降至最低。同时在喷浆前,必须采取除污染措施(纠正措施),彻底清理岩面的油烟污染,保证砂浆与围岩接触面洁净。

a. 隧洞开挖时,爆破产生的粉尘较均匀地附着在岩面上,在岩石面与隧洞空间形成一道粉尘隔离层。这一道粉尘隔离层同时对油烟与岩石面起到隔离的作用,使油烟首先污染粉尘表面,油烟大部分被粉尘隔离,对岩面直接污染程度较小。通过在喷浆前高压风吹洗受喷面,使粉尘脱落后再用高压水冲洗,完全可以清除污染,保证岩面与砂浆的紧密结合。

b. 实际操作中,如果岩石面的确被污染,在用高压风、水清理不掉时,则考虑在水中掺入一定浓度的清洁剂,先用掺清洁剂的水湿润和浸泡污染点,再用高压风、水冲洗,分两遍冲洗,先冲洗油污,再冲洗残留的清洁剂溶液。

2.4 保证通风和消除油烟污染的管理措施

高原地区小断面隧洞施工通风及防止岩面污染

仅仅靠设备等硬件是不够的,管理力度和施工组织措施同样至关重要。

a. 加强机械设备的管理力度。凡进入隧洞的机动车必须检修完好后,加装机外净化装置。同时在出渣通风期间,派专人维护风机及管道和其他设备,保证正常运转。

b. 加强出渣期间的现场调度及指挥。出渣期间,在施工现场派专人调度指挥进出车辆,使车辆运输有条不紊进行,从而缩短车辆在洞内停留时间,保证出渣时间最短。

c. 严格按规程操作,保证施工质量。每次喷浆前,通过工前自检,工中队检,工后质检工程师检查,作好岩面清理工作。经监理工程师进行隐蔽检查签证后,方可进行喷浆作业。

3 结 语

在曾达电站小断面无压引水隧洞施工中,通过上述预防和纠正措施,基本上实现了效益、质量、安全的目标,对高原地区隧洞工程施工,特别是小断面隧洞施工的通风和防污染,保证施工安全,具有实际的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 铁道部第二勘测设计院. 铁路工程技术手册——隧道[M]. 修订版. 北京: 中国铁道出版社, 1999. 270, 291

(收稿日期: 2002-10-16 编辑: 熊水斌)

· 简讯 ·

《大辞海·水利卷》开始编纂

上海辞书出版社组织编纂、出版的《大辞海》篇幅是1999年版《辞海》的2.5倍,总字数将达5000万。其中水利卷的编纂任务,出版社仍交由河海大学承担,并邀请中科院院士、工程院院士、河海大学名誉校长严恺教授,河海大学前校长左东启教授和姜弘道教授担任水利卷主编。河海大学对《大辞海·水利卷》的编纂工作十分重视,于2002年底成立了由一批资深专家、教授组成的编纂工作组及编纂办公室,确定了13个分科的负责人,明确了各自的职责。13个分科为:水利总类、水利史、水力学、水文学、水资源、河道整治及河床演变、农田水利、防洪及抗旱、港口工程及海岸工程、水力发电、水工建筑、水利经济、水利管理,词目总数近千条。整个编纂工作拟分为选定词目、撰写释文、对词目释文进行审查和修改三个阶段来进行,预计将于2004年完成。目前词目选定工作已初步完成,从2003年7月开始进入释文的编写阶段。

(本刊编辑部供稿)