

铁路隧道二衬自注浆预防拱顶脱空技术研究

游关军

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610065)

摘要:依据新建川藏铁路成都至雅安段站前工程的实际施工情况,采用自注浆系统预防拱顶脱空工艺工法,相较于传统拱顶注浆工艺有效地规避了因隧道二衬拱顶脱空不能与初期支护共同受力所带来的质量病害,起到了根治缺陷、确保工程质量的重要作用。对预防拱顶脱空的施工要点进行了阐述。自注浆系统在该工程实践中取得了良好的效果,适用于采用新奥法施工的隧道。

关键词:新奥法;预防;拱顶脱空;自注浆;铁路隧道

中图分类号:U215.7;[U25]

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(2017)增2-0011-03

1 概述

隧道二衬混凝土在浇筑过程中常常受到人为、技术、混凝土干缩及徐变等因素影响,在衬砌拱顶与围岩之间形成空隙。这种空隙会改变衬砌的受力结构,减弱其支护强度。根据新奥法理论,初期支护承载围岩70%左右的松散压力,当围岩的收敛结束后进行二衬、形成抗荷环,只要混凝土的强度达到要求,就能保证隧道的安全。

但就目前国内的隧道施工现状而言,初期支护往往只起到临时的封闭作用,确切的说仅是一个施工过程中的措施。当初支收敛无法稳定时,一般的作法是紧跟着施做二衬予以补救,这也是实际工程中遵循的一个施工原则,故二衬的作用不仅仅是安全储备,而是需要承载较大的围岩松散压力。

在这种情况下,隧道是否存在脱空将直接影响隧道的安全性能。若有脱空存在,衬砌将无法在围岩和初支变形的第一时间起到主动限制变形的作用,而只能是在变形达到一定程度后被动支承,将给隧道安全造成巨大隐患。

鉴于此,隧道二衬背后脱空防治就显得尤为重要。本课题以此为出发点,根据实际隧道施工情况研究其防治措施,在已浇筑(灌注)混凝土充分流动密实后、混凝土初凝前进行二次注浆,以期减小或消除拱顶脱空的作用。

本课题依托新建川藏铁路成都至雅安段Ⅱ标范围内的4条隧道(长度共计3726m),其中青岗山隧

道长890m,贺家山隧道长617m,金鸡关一号隧道长480m,金鸡关二号隧道长1739m。在隧道施工过程中,二衬混凝土在浇筑过程中常常受到人为、技术、混凝土干缩、徐变等因素的影响,在衬砌拱顶与围岩之间形成空隙。这种空隙会改变衬砌的受力结构,减弱其支护强度。笔者分析了隧道拱顶脱空的产生原因,从防水板挂设、混凝土浇筑、台车支垫等方面采取防治措施,并在已浇筑(灌注)混凝土充分流动密实后、混凝土初凝前进行自注浆,以期杜绝二衬背后脱空。

2 拱顶注浆施工

2.1 工艺原理及其具有的优点

与传统拱顶注浆工艺原理及意义相同,拱顶注浆施工皆采用单液水泥浆或水泥砂浆填充隧道二衬混凝土与初支、防水层之间的空隙。与传统拱顶纵向预埋注浆花管的方法相比,采用自注浆系统具有以下优点:

(1)免去了注浆花管打孔及预贴注浆花管和排气管的时间;

(2)不必考虑隧道是否因反坡施工影响注浆效果;

(3)二衬混凝土初凝前即可施做注浆,从而节省了单独注浆的时间及配合的台车;

(4)由于纵向注浆花管较长,若因外部因素导致其间歇时间过长,可能致使花管堵塞而影响注浆效果;

(5)有效阻止了其在预贴注浆花管处形成地下水通道,阻止了地下水沿纵向流动。

收稿日期:2017-04-29

2.2 施工方法

(1) 自注浆系统。

自注浆系统由液压调整构件、注浆管等构成,

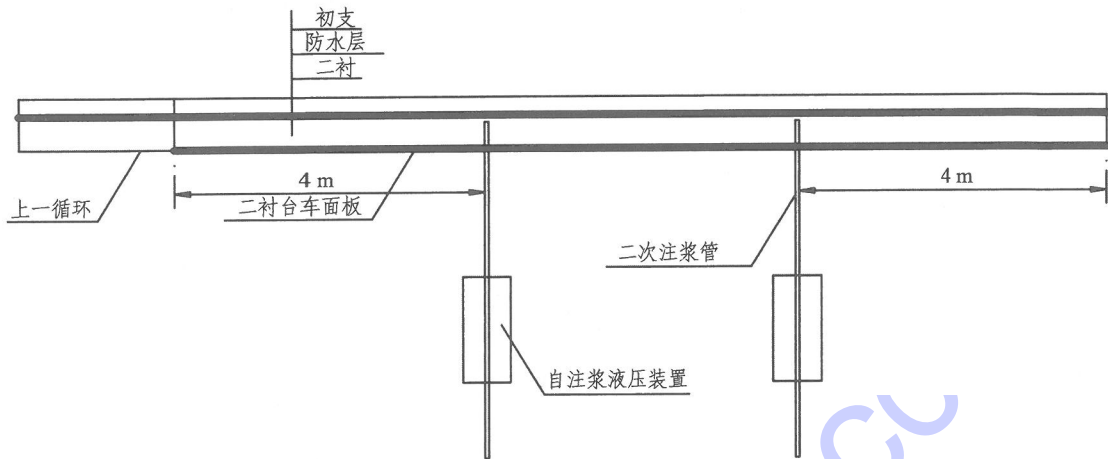


图1 自注浆系统简图

(2) 自注浆系统的安装。

在该工程中,自注浆系统在台车的拱顶沿中线布置在台车前端4 m处、后端4 m处(台车长度不同,布置位置有所不同),安装时需注意系统与台车的可靠联接,注浆管的垂直导向机构操纵应灵活,台车开孔要圆顺,注浆管伸入台车的位置不能漏浆,注浆管退出后封堵装置应简便、可靠,液压站(也可与台车液压系统共用液压站)及液压管线布置合理。

(3) 立模。

二次注浆系统就位。在台车立模完成后,启动二次注浆系统,将二次注浆管伸入台车至距防水板10~30 mm为宜,在整个就位过程中,一人操作液压机构,另需一人配合观察其伸出位置。在注浆管伸出过程中,如遇钢筋干涉,则由另一人调整钢筋位置。

(4) 一次灌注(灌注混凝土)。

在一次灌注时,每一个相邻的二次注浆管都是观察孔。灌注时应注意观察,一般情况下,二次注浆管流浆是一次灌注注满的标志,此时,需及时移动泵管到下一灌注口。一次灌注混凝土时应缓慢输送,切不可操之过急,防止压力过大而损坏台车。

(5) 二次注浆时点的选择。

二次注浆原则上是在已浇筑(灌注)混凝土充分流动密实后、混凝土初凝前进行。一般在一次浇筑(灌注)完成后2 h左右为宜。

采用径向注浆、水平扩散的方式填充二衬与初支间的空隙,一般根据台车长度同时安装2~3套自注浆装置(图1)。

(6) 拌制浆液。

二次注浆材料依设计要求而定,采用水泥浆。水灰比由工程试验确定,但需注意要设置2~3个水灰比级别,以便于浆液由稀到浓逐级变换。该工程水灰比为0.4和0.5两个级别。

(7) 二次注浆过程。

注浆时缓慢输送,当压力持续快速上升或压力达到1.5 MPa后将注浆泵停下,等待几分钟后,若压力降到0.6 MPa以下时再继续注浆,反复几次,直到压力不能下降为止。顶部空隙注满后,将注浆管缓慢拔出并在拔出过程中不间断注浆,完成后将注浆管拔出台车面板并及时使用注浆管的封堵机构封堵二次注浆口。本工程台车设置有2套二次注浆口,依次使用。

2.3 质量控制措施

2.3.1 台车刚度要求

台车应具有足够的动荷载刚度和强度,面板厚度不宜小于10 mm。

2.3.2 加强防水层铺设质量的控制

(1) 喷射混凝土表面平整度符合 $D/L \leq 1/10$ 的要求(D 、 L 分别为初期支护基层相邻两凸面间的深度和距离,且 $L \leq 1$ m)。

(2) 防水板下料长度应适当加长,实铺长度与初期支护基面弧长的比值宜为10:8,铺设完成后,应保证防水板与初期支护表面密贴、无空洞。

(3) 防水板铺设应由拱部向两侧进行,禁止

采用吊带式铺设,热熔垫片应与防水板同材质,防水层拱部固定点的间距不宜大于0.5 m,对局部凹凸较大位置应在凹处加密固定点,避免衬砌浇注时防水板脱落而造成拱部空洞。

2.3.3 及时进行拱顶回填注浆及检查

(1)拱顶回填注浆应纳入工序,在衬砌脱模前及时进行。

(2)注浆材料采用高结石率的水泥浆或微膨胀水泥浆,注浆压力应达到0.6 MPa。注浆过程中若发现吸浆量过大时应停止注浆,查明原因后采取处理措施。

(3)注浆完成三个月时间内采用人工敲击、地质雷达法等方式对拱顶衬砌质量进行自检,对施工缝、预埋槽道位置应重点检查,发现缺陷及时处理。

(4)自检合格后,及时开展第三方检测,应在10 d内完成中间检测报告。

2.3.4 加强施工过程中的监测

施工过程中应加强监测,及时发现问题,以便有针对性地采取有效措施,控制成桩质量。

2.4 质量控制措施

隧道二衬拱顶及拱腰脱空采用注浆处理只是一种修复补救的方式。如何减少二衬拱顶及拱腰脱空才是最主要的问题,施工过程控制才是处理二衬拱顶及拱腰脱空最好的手段,具体如下:

(1)保证光面爆破效果是减少隧道二衬脱空最好的手段。

(上接第10页)

断总结经验,针对不同的施工情况采取相应的措施优化后注浆施工方案,为后续施工提供了有利保障。灌注桩后注浆具有提高单桩承载力,提高生产率,节约建设资金的优点,因此,在具备条件的工程中推广后注浆施工工艺具有重要的意义和广阔的前景。

(2)加强围岩基面(初衬表面)的处理,保证基面平整,减少肋骨、凹凸现象可有效减少二衬脱空的出现。

(3)挂防水板时,应保证防水板紧贴初衬表面,同时预留足够的长度以使防水板在浇筑混凝土过程中有余量延展以紧贴初衬表面,可减少防水板背面出现脱空现象。

(4)注浆管埋设时,将管的两头用棉纱堵住、顶紧到防水板上,以防止堵管。即使堵管,亦可以采用冲击钻将注浆管打通。

(5)在二衬混凝土施工时,加强混凝土的拌和质量,保证混凝土的和易性。混凝土放料时应均匀注入,泵送混凝土后要保持60 s左右的恒压以保证混凝土充分流动。

3 结语

隧道二衬拱顶预防脱空通过采用自注浆方法把自注浆系统安装在台车上,在二衬混凝土浇筑完成、初凝前进行注浆,有效地避免了二衬拱顶脱空现象的发生。经地质雷达等无损检测设备检查注浆后的拱顶混凝土密实度得知,其大大提高了衬砌施工的合格率,保证了初支与二衬间混凝土衔接密实。该方法可减少施工的劳动强度,大大提高了施工进度,节约了施工成本,达到了安全、高质、高效的施工要求。

作者简介:

游关军(1971-),男,湖北仙桃人,高级工程师,从事铁路工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

作者简介:

高祎天(1992-),男,四川广元人,助理工程师,从事铁路工程施工技术工作;

何付丽(1991-),女,四川广元人,技术员,从事铁路工程施工质检资料管理工作;

曹玲(1989-),女,四川苍溪人,助理工程师,学士,从事铁路施工生产调度工作。(责任编辑:李燕辉)

世界首个特高压柔性直流换流阀问世

近日,中国企业——特变电工成功研制出世界首个特高压柔性直流输电换流阀,标志着特变电工在国际上首次将柔性直流技术从现有的最高等级±350千伏提高到±800千伏特高压等级,送电容量从现有的最高100万千瓦等级提升至500万千瓦,开启了直流输电的新时代。换流阀是柔性直流输电的心脏,是直流电和交流电相互转换的桥梁,在柔性直流主设备中技术含量最高、挑战最大。特变电工的研发团队从2016年9月开始,从关键技术研究、装备研制、工程集成设计等方面进行了全面、深入地研究、分析、论证,历时9个月,成功研制出世界首个特高压柔性直流换流阀。该产品可以解决现有新能源电力无法远距离、大规模外送,仅依靠与火电打捆外送或就地近距离消纳的瓶颈问题,将有效推动新能源电力的大规模使用。