

公路隧道光面爆破技术研究及应用

孙方永, 孙进鹏, 李 凤

(浙江交工集团股份有限公司, 浙江 杭州 310051)

摘要 在社会的快速发展中, 交通运输压力越来越大, 各地区积极开展公路工程建设, 以此提升交通运输水平, 其中公路隧道施工具有较高的难度, 需要使用爆破技术来营造更好的施工条件。而光面爆破技术作为公路隧道施工主要技术之一, 应用效果直接影响整体建设水平。基于此, 本文结合现阶段存在的施工问题, 对公路隧道光面爆破技术应用有关内容进行研究, 以此明确工作开展方向。

关键词 公路隧道工程; 光面爆破技术; 轮廓线钻眼法; 预裂爆破法

中图分类号: U45

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0037-03

在公路工程隧道开挖施工过程中, 受到成本、工期等方面的影响因素, 光面爆破施工技术成为核心内容之一, 通过这项技术不仅可以在很短的时间内完成隧道开挖施工, 在形成爆破漏斗之后, 连续光滑壁面也会随之形成, 由于光面爆破施工技术工序流程较为复杂, 在施工过程中受到影响因素较多, 很容易由于坑道轮廓线而影响整体的完整性, 进而诱发施工问题, 阻碍整体工程建设, 所以施工单位必须要结合实际情况对具体的工序流程进行把控, 明确技术应用要点, 避免出现质量安全等方面的问题。

1 爆破原理

光面爆破施工技术具有非常积极的作用, 在公路隧道工程中应用表现出很高的价值, 因此各单位围绕这种技术进行深入的研究。从现阶段光面爆破施工技术应用情况来看, 其原理主要是在隧道施工中, 在轮廓线位置确定适宜数量的孔洞, 要控制好排列方法。在随后的工作中, 现场工作人员要在孔洞中填充适当数量的炸药, 并且将其和主体爆破同步完成, 从而在施工区域产生光滑的开挖面。从光面爆破技术的本质来看, 可以将其视为隧道开挖技术的升级。技术重点是光爆孔和特殊的炸药。例如不耦合装药结构为基础, 结合实际施工要求对装药量进行控制, 一般情况下, 不耦合系数采用 1.5~2.5。在进行起爆作业时需要做好炸药爆破作用及其影响等方面的控制, 以此来实现对隧道岩壁岩体破坏作用的管控^[1]。

2 光面爆破技术的应用特征

2.1 规整性特征

如果在公路工程隧道开挖施工选择使用其他爆破施工技术, 产生的爆破力会给施工区域的断面轮廓、岩壁岩体造成破坏。而光面爆破技术则不会出现这种

问题。在实际施工过程中, 通过提前对施工区域进行勘察, 掌握施工现场的实际情况, 做好施工设计。

2.2 岩体稳定性

公路隧道工程施工难度较高, 在施工各阶段, 不仅要关注开挖进度, 还要观察岩体的情况, 防止出现坍塌事故。光面爆破施工技术的出现有效地解决了传统施工技术存在的弊病, 这种爆破作业不会对岩体造成影响, 从而保证施工的安全性和稳定性^[2]。

3 施工阶段存在的问题

光面爆破施工技术对于公路工程隧道开发来说有着非常积极的作用, 已经成为施工的主要技术之一, 不过从实际应用效果来看, 光面爆破施工技术存在的问题不容忽视。具体来说主要有以下几个方面:

第一, 人工和机械设备之间的问题, 在施工过程中主要通过人工开挖的方式来完成, 这样是为了避免补炮的情况出现, 而现场施工作业人员会使用宁超勿缺的方式来完成工作, 因此盲目扩大断面, 造成不必要的超挖问题, 导致后续混凝土施工量增加; 第二, 周边眼间距较大, 在施工过程中人工处理会造成人为减少炮眼量的情况, 周边眼间距没有符合标准规范提出的要求, 而这种周边眼的降低就导致炸药用量的增加, 这种情况会超过施工设计方案所设置的极限范围, 导致对附近的掩体造成较大的扰动, 不仅无法顺利完成施工任务, 更会造成严重的安全事故; 第三, 残留药卷明显可见。炸药和雷管的连接方法不符合要求, 施工现场盲炮情况经常出现; 第四, 岩层软炸药使用量过大, 在应用光面爆破施工技术之前, 没有进行详细的地质勘查, 导致掌握的数据信息存在问题, 对于岩层软的区域盲目增加炸药用量, 造成了超挖问题, 并且这种情况会对后续施工造成严重影响, 甚至会阻

碍施工进度;第五,长短眼爆破。施工作业人员在装药阶段使用雷管引爆炸药来完成,用炮杆将炸药桶至底部,导致炮眼口很容易出现挂口问题,因此需要在长眼边上增加短眼,这种情况导致炸药量明显增加,对附近人体造成负面影响^[3]。

4 常见施工工艺

4.1 轮廓线钻眼法

对于光面爆破技术来说,轮廓线钻眼法经常使用,结合轮廓线确定炮眼。施工单位要控制好钻眼的密度,保证其符合标准规范提出的要求。在完成钻眼后,不能装填炸药,这是因为这些钻眼属于钻凿紧密相连的炮眼,要将其视为一种自由面,作为辅助使用。在完成前期准备工作之后,需要在现场再钻一排或若干排的钻眼,对这些安装炸药进行爆破紧密相连的钻眼,可以有效地对其他钻眼内的炸药进行隔离,阻碍其产生的应力波。与此同时,也可以有效防止在爆破的影响下引起出现的开裂问题,使公路隧道岩体沿弱面切开,进而形成平整的岩壁,保护整体的稳固效果,需要注意的是,由于轮廓线钻探法应用会导致现场作业量增加,成本投入更高,所以要结合公路工程隧道施工的整体情况进行使用^[4]。

4.2 预裂爆破法

预裂爆破法在应用过程中需要提前进行密集地钻眼钻凿,并在钻眼内进行炸药的填装。各钻眼间形成相互贯通的裂缝,和原来的岩体分割开来,然后再使用其他钻眼内的炸药进行爆破。除此之外,预裂爆破法在实际应用过程中具有良好的隔震效果,所以可以使用在多种地质结构的公路工程隧道开挖施工过程中,如果岩体较为完整且坚硬,要注意衍生及爆破炸药装填数量等。

5 光面爆破技术的应用要点

5.1 光面爆破设计

1. 选择爆破器材。在公路工程隧道开挖施工过程中,要结合现场的实际来选择爆破器材,一般情况下主要使用的爆破器材包含导爆索、炸药、雷管等内容,要注意技术规范提出的要求,避免盲目使用造成质量问题^[5]。

2. 确定爆破参数。公路工程隧道施工项目要明确所使用的爆破形式,其核心要求之一就是拥有一个自由面,并且在炮眼深度方面也有着明确的规定。一般情况下要控制深度在2m至3m之间,炮眼的平行掘进要结合不同位置的不同作用对其进行划分,包含掏槽眼、辅助眼以及周边眼,这些内容都要结合公路隧道

实际情况来确定,具体的孔深和间距等参数要求有以下几个方面:第一,孔位。炮眼孔位需要充分考虑公路工程隧道开挖的整体要求,例如爆破面形状和大小、爆破面积、炮孔深度、爆破对于岩体可能会造成的影响等。针对辅助眼和周边眼的具体分布,做好岩性设计间距的控制,以有关标准规范和工作经验为依据,基本上要控制辅助眼间距在1m左右,而周边眼间距则要控制在0.5m左右;第二,孔径。对于炮眼直径的确定,需要充分考虑的因素包含转速、炮眼数量、炸药用量以及岩石硬度等。增加炮眼直径可以有效地提高爆炸速度以及整体稳定性,不过要注意,一旦炮眼直径超过了规范要求,就会导致钻进速度明显下降。为了进一步提升施工效率,要结合工程项目的实际情况控制炮眼直径,注意 $D: D=40\text{mm}$;第三,孔深。钻眼时间、掘进速度都会对炮眼的深度造成影响,因此炮眼深度的设计需要围绕围岩、掌子面的稳定性为基础,在提升钻进效率的情况下,设定最大进尺。同时还要结合公路工程隧道开挖区域围岩条件来分析断面方式、尺寸以及初期支护结构的要求;第四,孔角。结合公路工程隧道开发整体情况掏眼可以选择倾斜平行等形式来完成,其中倾斜条件、形式和工作面要呈现相交状态,包含锥形方式、楔形方式等。在设计中,如果是断面的宽度较大,并且炮眼较深,要选择楔形方式来完成,在这种情况下,槽眼之间的距离要控制在1m至3m左右。并且眼底间距也要控制在0.1m~0.2m之内,炮眼数量要控制在5个左右,结合实际情况对围岩的开挖方式进行调整,如果使用单层套槽的形式,需要注意进尺距离^[6];第五,排间距 b 取 $b=(0.8\sim 1)a$;第六,单孔装药量 Q : $Q_{前}=qawH$ 、 $Q_{后}=kqabH$,装药系数 k 取1.1。

5.2 技术要点

1. 测量放样。施工单位参与公路隧道工程要明确现场的实际情况,对比施工设计方案做好准备工作。其中,测量放样属于前期准备工作的一种,对后续各项工作有着直接影响。在以往的施工过程中,由于一些施工单位没有做好测量放样工作,导致现场施工出现了较大的误差,甚至导致爆破出现问题,造成了安全事故。所以施工单位要提高关注度,结合技术要求做好测量放样工作。在实际工作中,要借助全站仪来完成测量放样。现场技术人员要明确隧道开挖的中心线和拱顶高程等重要参数。

2. 布置钻眼。布置钻眼是光面爆破技术应用过程中非常关键的一项工作,也是需要重点管控的内容。在工作中,技术人员要提前对施工设计方案进行深入研究,明确对光面爆破施工技术提出的要求。同时,

结合测量放样的结果完成钻眼的布置。施工单位需要借助先进的仪器设备对施工区域的地质结构进行勘察,使钻眼更加准确和科学。技术人员需要注意光面爆破施工技术钻眼和其他爆破技术的钻眼具有明显的区别,要重点做好钻眼深度的控制。

3. 钻眼调整。对于光面爆破施工技术来说,如果施工区域表面不平整,需要对其进行预处理,在钻孔阶段,要结合尺寸要求,控制深度的一致。并且保证孔底处于同一平面。施工单位需要委派专业的技术人员进行管控,避免施工作业人员盲目操作,导致光面爆破施工技术应用出现问题,钻眼完成后,要借助先进的仪器设备进行监测,确定其符合技术要求,工作人员需要做好记录。在达到规定要求之后才能进行炸药填充工作。对于钻眼来说,辅助孔是非常重要的内容,在处理辅助孔的过程中,要注意辅助孔的 $1/3 \sim 1/4$,取 $Q_{III}=0.6$, $Q_{IV}=0.45\text{kg}$, $Q_V=0.3\text{kg}$, $Q_{人通、车通}=0.45\text{kg}$ 。

4. 清孔作业。在完成成孔施工作业之后,需要对其进行详细的清理,也就是开展清孔作业。在这个过程中需要检查钻孔的孔底沉淀是否超过标准规范所提出的要求。如果孔底沉渣数量过多,就需要进行彻底的清孔作业,现阶段在钻眼清孔时主要使用清孔器来对孔内的碎石、灰、积水等杂质进行清理,避免这些杂质影响炸药的使用效果。除此之外,还需要结合施工现场的整体情况来确定是否需要进行二次清孔,在钻眼清孔作业完成之后要对钻眼的位置孔径、深度、角度等进行全方位的检查,一旦发现偏差问题要及时进行调整,直至全部符合光面爆破施工技术的要求^[7]。

5. 炸药装填。炸药装填要严格执行技术规程,并且要由专人进行现场管控。对于炸药的领取来说,要进行详细的记录,加大炸药的管控力度。在炸药运输至现场之后,要及时完成装填,防止出现安全问题。在具体工作中,现场工作人员要根据设计要求完成装填工作。注意使用分层、分片的方式记性装填。雷管需要配套使用,严禁混装。为了进一步提升炸药装填效果,防止不耦合系数和爆破力对施工现场造成负面影响,周边也需要使用小量药卷配导爆索,在完成这项工作之后,需要结合钻眼指引来选择适宜的炮泥,使用分层的方式来对炮眼进行封堵^[8]。

6. 爆破施工。施工单位需要结合公路隧道工程实际情况做好各个钻眼的连接,从而达到同时起爆的目标,不过在实际爆破的过程中需要注意,使用起爆索可能会出现提前损坏的情况,因此为了保证各个钻孔达到同时爆破的要求,可以使用高段延期雷管和导爆索相互配合的方式来完成起爆。

6 注意事项

6.1 优化爆破设计

对公路工程隧道开挖施工现场地质条件和爆破效果进行综合分析和判断,要使用科学的爆破技术并且结合整体要求对光面爆破施工技术进行调整,最大限度地提升爆破效果,结合隧道开发工程中或超欠挖实际情况调整炮眼的间距以及爆破参数等,从而使爆破效果满足隧道工程施工要求,并且保证施工质量和现场的安全。注意露天浅孔爆破一次总药量最大为 $<200\text{kg}$ 。

6.2 保证钻孔质量

炮眼间距必须要符合钻爆设计规定的要求,要控制炮眼偏差,其中炮眼间距和辅助炮眼间距都要控制在 5cm 之内,并且周边眼斜率的偏差也要控制在 5cm 之内,保证所有炮眼都属于平行状态,且孔底属于同一平面,在钻孔施工完成之后需要委派专业的技术人员进行检查和清理。

7 结语

公路工程隧道开挖施工对于整个公路工程项目来说起到决定性的作用,如果没有做好这项施工,会导致整体工程无法完成,同时有关单位也会出现巨大的经济损失,而在科技的推动下,光面爆破施工技术成为隧道施工的关键,只有科学、正确地应用这项技术,才能使整体结构更加稳定,并加快施工效率,提升整体质量。本文通过对现阶段光面爆破施工技术存在的问题进行分析,结合技术要求来探讨施工作业要点,望以此为施工单位参与公路工程建设提供参考。

参考文献:

- [1] 袁丁. 光面爆破技术在碎裂岩石层隧道开挖中的应用分析[J]. 石材, 2023(07):138-140.
- [2] 顾浩杰. 公路工程建设中的深路堑石方开挖光面爆破技术[J]. 工程建设与设计, 2023(04):133-135.
- [3] 高轩, 王帅帅, 王星, 等. 小断面铁路隧道凿岩台车钻孔施工光面爆破技术研究[J]. 现代隧道技术, 2022, 59(S1): 811-817.
- [4] 张自解, 覃相和. 隧洞开挖光面爆破技术应用中施工细节管控[J]. 水利技术监督, 2022(07):247-249, 255.
- [5] 李钰. 光面爆破技术在镇广高速秦家岭隧道中的应用[J]. 四川水泥, 2022(07):184-186.
- [6] 王慧敏. 聚能水压光面爆破技术在铁路隧道工程中的应用[J]. 四川水泥, 2022(06):268-270.
- [7] 周志伟. 隧道软弱围岩开挖光面爆破技术在桂溪隧道的应用[J]. 中国水能及电气化, 2021(07):9-14.
- [8] 梁立虎. 隧道光面爆破及超欠挖现象分析与控制技术措施[J]. 居舍, 2021(18):55-56.