

无爆破岩石切割的研究现状

张帅 史作言 吴小林 唐骁

浙江缙云抽水蓄能有限公司

DOI:10.32629/hwr.v3i8.2334

[摘要] 本文针对无爆破岩石切割的研究现状,结合理论实践,先简要阐述了一种岩石切割机械设备,并分析了几种常用的岩石切割技术,分析结果表明,无爆破岩石切割技术相比爆破技术,在安全性、效率、绿色环保、降低影响等方面具有明显优势,值得大范围推广应用。

[关键词] 无爆破; 岩石切割; 液压劈裂机; 二氧化碳致裂器

在修路、修桥、建筑地基等工程施工中,通常炸药爆破或者采用凿岩锤破碎等会施工方法,但在人员密集的乡村附近,或者重要建筑物附近,通常无法采用炸药爆炸施工法。只能采用无爆破岩石切割技术吗,但此种方法,使用费用比较高,很大程度上制约了施工进度和施工成本的提升。基于此,开展经济节约,效率高,技术先进无爆破岩石切割技术的研究就显得尤为重要。

1 新型岩石切割机分析

新型岩石切割机由动力系统、变幅臂、变位装置、岩石锯头、进刀缸、液压系统、控制系统、电气系统等共同组成。和传统岩石切割机相比,此种新型岩石切割机具有相对独立的动力机构和行走机构,加入了很多高精尖技术,可实现远程操作。主要通过遥控器来实现各项动作,包括:履带行走、支腿安全支护、岩石锯刀移动等,在遥控操作平台上设置了一键自调平功能,在实际切割过程中,可实现自动进刀、喷淋自降温等功能。比如:某建筑工程地基开挖中遇到了青石,岩石单轴抗压强度大约在100MPa左右,在施工现场如果直接采用破碎锤作业,操作难度比较大,主要采用液压岩石劈裂机进行施工,和施工进度缓慢。

2 机械类破岩

2.1 液压劈裂机的应用

液压劈裂机主要应用在石材开采中,具有特点为操作简单、安全性比较高、环保经济等优势。主要有两部分共同组成,其一是分裂器,其二是动力站。其中动力站由泵站、液压缸、液压管路、控制元件等,属于典型模块组件,其具有的机械放大作用,可以将泵站形成的纵向推力转变为横向推力,从而达到破碎岩石和切割岩石的目的。切割过程为:按照工程区域岩石的种类、硬度、要求破岩方向等,通过钻机进行打孔。然后把楔形压头浸入岩石中,通过持续增加压力的方法切割岩石。主要利用了岩石抗拉强度小于抗压强度的特性完成切割工作。岩石劈裂机在西方国家采石场中的应用比较多,技术含量也比较高。虽然我国此项设备研究和应用的起步比较晚,但经过多年的发展,已经位于世界领先水平,具有良好的经济效益和发展前景。

2.2 液压破碎锤的应用

液压破碎锤主要应用在二次岩石破碎、市政工程改造、开山挖石等领域,特别是在市政工程施工中的应有尤为广泛,主要原因是此项岩石切割技术应用时产生的噪声比较低,安全系数高,灵活性。其主要动力来源可以是挖掘机,也可以是泵站。主要机理为:利用动力源带动锤体进行往复运动,从而破碎岩石。传统破碎锤多为活塞式运行方式,目前多采用液压带动偏心齿轮转动,形成离心力,带动破碎锤往复运动破碎岩石。冲击频率也比较高,每分钟在1600~2100次之间,具有很高的岩石破碎效率,而且节能环保。目前液压破碎锤在我国已经应用了很多年,经过不断创新和完善,无论是生产工艺,还是生产质量都得到了大幅度提升,但在设备研发及产品制造方面和美国、德国等发达国家相比还存在不小差距。

2.3 掘进机的应用

掘进机主要应用在隧道岩石切割或者煤矿开采中,其主要优势为噪声比较小,粉尘低,岩石速度快,质量高。在我国有良好的发展前景。特别是近年来,我国交通工程建设事业和水利事业快速发展,掘进机的需求量与日俱增。掘进系统结构比较复杂,由行走机构、工作机构、装运机构、装载机构等共同组成。掘进速度和效率,与岩石性质及自身结构的稳定性有密。虽然结构复杂,造价比较高,但隧道开挖和煤矿开采中具有独特的优势。国外掘进机制造和应用水平比较高,我国目前基本上满足了实际需求,但和国外相比仍然存在一定的差距,特别高精尖大型掘进机我国只能依靠进口,这一点也是目前我国掘进机事业发展中急需解决问题。

3 物理做功无爆破岩石切割技术

3.1 静态膨胀剂岩石切割技术

此项技术主要应用在岩石开采、混凝土破裂等方面,和岩石爆破相比,此种方法无飞石、无振动、无噪声,而且操作简单,运输及携带比较安全。但容易受到气候条件的影响,切割岩石的效率也比较低。主要成分是生石灰,通过水合反应释放大量的热量,其反应物为氢氧化钙,体积快速膨胀,通过体积膨胀形成的压力来切割或破碎岩石,静态膨胀剂切割岩石时形成的压力在30~40MPa之间。而一般软岩只需要10~20MPa就可以完成破损和切割,完全可以按到要求。从本

质上言之,静态膨胀剂是一种典型的非爆炸、无公害破碎剂,利用物化原理进行破碎,整个切割过程和破碎过程比较安全。但切割破碎能力比较低,开裂时间比较长,通常在10h以上,效率相对较低,因此,应用范围比较有限。

3.2 二氧化碳致裂器

二氧化碳致裂器属于一种典型的低温爆破器材,在整个爆破过程中无明火,安全性比较高,可广泛应用在矿石开采中,主要机理为利用液态二氧化碳吸热气体体积膨胀产生的高压促使岩石破裂。二氧化碳体积膨胀时,可变为原体积的600倍,扩散半径超过10m,此外,二氧化碳还具有防爆、阻燃等特性,在煤矿开采岩石切割和爆破过程中,并不会引起瓦斯爆炸。应用在岩石切割中,具有振动小、能量可控、安全系数高等优势。我国二氧化碳致裂器生产厂家比较多,各项技术也比较成熟,但仍然存在一定的问题,比如:虽然操作简单,但安全隐患比较多,缺乏高素质、高专业性操作人员。在同类、同质岩石切割破碎时尚未形成统一的规范和标准,需要进一步规范化处理,在大范围岩石切割和爆破时缺乏理论支持。

3.3 金属燃烧剂破岩技术

金属燃烧剂也是岩石切割及破碎时应用的主要技术,由一定的金属氧化物或者强氧化剂和金属还原剂按照特定的比例配制而成。主要机理为:利用反应物在迅速燃爆下,形成的热量和高压来破碎岩石。其反应速率远远低于炸药的反应速率,而且不会形成任何气体,冲击波比较小,安全性高,但成本比较高,多应用在贵重石材开采中。

4 电气设备内岩石切割技术

等离子体也是一种全新的岩石切割技术,主要机理为利用电能来激发电解质溶液,促使其变为等离子体,致使物质激烈振荡,形成形成高温高压进行岩石切割。此种岩石切割技术具有无毒、无粉尘、噪声低、安全系数高等特性,而且操作过程比较简单,主要操作步骤为:把装有电极的电解质溶液放到孔中,接通电路,提供电能。在应用此项技术时,需要着重解电源、专用开关、电极三个部分关键技术,电源多

为高效电容器,存储的电量比较大,释放电能速度比较快。要求电能释放速率大于 $200\text{MV}\cdot\text{ms}^{-1}$ 。因为只有高电压高电流的情况下,电解质溶液才可能变为等离子体;电极一般采用复合材料,普通材料易损毁,释放电能的速率可能不够。等离子体爆破具有良好的应用前景,但依然存在设备不够简化,一次爆破量有限,电源供应繁琐等问题,这也是无法在国内广泛应用的主要原因。不过随着电子电路的发展及相关超级电容器的开发,此种方法可能会成为非爆破破岩的主流方式

5 结束语

综上所述,本文结合理论实践,分析了无爆破岩石切割的研究现状,分析结果表明,无爆破岩石切割技术比爆破岩石切割技术更加安全环保,也符合持续发展的要求。非爆破破岩方式有很多种,比爆破法破岩更具选择性。但不同无爆破岩石切割技术尤其独特的应用范围,在一次岩石切割中,可以选择其中一种进行切割,也可以联合选择多种技术。无爆破岩石切割的成本比较高,效率比较低,但比较安全,对周围环境造成的影响也比较少,在未来岩石切割中,可完全取代爆破切割法,值得大范围推广应用。

[参考文献]

- [1]郭尧.基于静力爆破技术的煤矿井下扩帮分析[J].资源信息与工程,2018,33(02):66-67.
- [2]黄佑鹏,王志亮,毕程程.岩石爆破损伤范围及损伤分布特征模拟分析[J].水利水运工程学报,2018,171(5):97-104.
- [3]杨跃宗,邵珠山,熊小锋,等.岩石爆破中径向和轴向不耦合装药的对比分析[J].爆破,2018,35(04):30-37+150.
- [4]蔡舒凌,李二兵,谭跃虎.爆破作用下层状盐穴难溶夹层垮塌效应解析分析[J].岩石力学与工程学报,2018,341(8):102-112.
- [5]陈烽,颜志林,曾平.临近周边建筑石方微差爆破施工关键技术[J].福建建设科技,2018,160(03):60-64.
- [6]牛自强.超高压岩石分裂机开挖硬质岩石开挖法研究[J].价值工程,2018,37(33):136-137.
- [7]陈怀震.基于岩石物理的裂缝型储层叠前地震反演方法研究[D].中国石油大学(华东),2015,(2):53.