



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113482725 B

(45) 授权公告日 2023.10.31

(21) 申请号 202110926076.7  
(22) 申请日 2021.08.12  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
    申请公布号 CN 113482725 A  
(43) 申请公布日 2021.10.08  
(73) 专利权人 中铁十二局集团有限公司  
    地址 030024 山西省太原市西矿街130号  
    专利权人 中铁十二局集团第二工程有限公司  
(72) 发明人 王涛 巩荣耀 胡素娥 田国锐  
    李建军  
(74) 专利代理机构 太原荣信德知识产权代理事  
    务所(特殊普通合伙) 14119  
    专利代理师 杨凯 连慧敏

(51) Int.Cl.  
    E21F 17/18 (2006.01)  
    E21F 17/00 (2006.01)  
    E21D 9/00 (2006.01)  
(56) 对比文件  
    CN 111305877 A, 2020.06.19  
    CN 110130927 A, 2019.08.16  
    CN 110318808 A, 2019.10.11  
    CN 110821501 A, 2020.02.21  
    CN 108533287 A, 2018.09.14  
    CN 108518232 A, 2018.09.11  
    US 4136556 A, 1979.01.30  
    审查员 张宇翔

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称  
    一种隧道高地应力段防控施工方法

(57) 摘要  
    本发明涉及隧道施工技术领域,更具体而言,涉及一种隧道高地应力段防控施工方法。包括步骤:S1、地质预报:对隧道前方地质进行预测,收集地质情况;S2、岩体二次应力场测试,预报岩爆和判定等级;S3、喷洒高压水:掌子面开挖后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水;S4、根据岩爆烈度等级,对超前应力提前释放;S5、采用光面爆破技术进行开挖;S6、高地应力段围岩开挖后,根据岩爆烈度等级,设置临时防护设施。本发明能够提前对岩爆进行预测,并采取了防控施工措施,有效地提高了施工安全性和施工效率。本发明主要应用于高地应力段防控施工方面。

1. 一种隧道高地应力段防控施工方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、地质预报:对隧道前方地质进行预测,收集地质情况;

S2、岩体二次应力场测试,预报岩爆和判定等级:采用钻孔应力解除和应力恢复测试方法,分段对洞壁及掌子面测定围岩表层岩体二次应力场;

S3、喷洒高压水:掌子面开挖后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水,喷洒范围延伸到离掌子面100m处;

S4、根据岩爆烈度等级,对超前应力提前释放;

S5、采用光面爆破技术进行开挖,在中等以上岩爆区,周边眼间距控制在25cm以内,采用隔眼装药,堵塞炮泥;

S6、高地应力段围岩开挖后,根据岩爆烈度等级,设置临时防护设施;

所述步骤S1中,根据施工掌子面的岩体结构面产状、岩体的破碎程度、岩石的变质程度、岩体强度和地质应力,结合涉及岩爆地段,对掌子面前方的岩体条件、产状及完整性进行预测;

所述步骤S1中,采用超前探测孔和TSP地质预报对前方地质进行探测,得出数据后,进行地质预测,在开挖中结合掌子面地质情况应证和纠正;

所述步骤S2中,测定围岩表层岩体二次应力场的同时进行现场岩石点荷载强度试验,利用洞壁切向应力洞壁岩石单轴抗压强度 $R_b$ 来预报岩爆和判定等级;

所述步骤S3中,施作锚杆时,利用锚杆孔向岩体深处注水,以增强岩体的塑性,减弱岩体的脆性,保持岩体的潮湿状态;

所述步骤S5中,采用浅孔爆破,缩短循环进尺,减少一次用药量,拱部采用小药卷光面爆破措施,拉大不同部分炮眼的雷管段位间隔;

所述步骤S6中,针对轻微岩爆段,对可能发生岩爆段围岩喷射钢纤维砼,厚度8~10cm;针对中等岩爆段,采用打设锚杆加挂网喷砼稳固岩体,锚杆施作应及时,长度为2.5m左右;针对岩爆特别严重段,打设锚杆后,增加格栅钢架支护,间距0.8m,拱架之间用 $\Phi 22$ 钢筋焊接并与系统锚杆焊接成一个整体。

2. 根据权利要求1所述的一种隧道高地应力段防控施工方法,其特征在于:所述步骤S4中,在强烈岩爆区,在隧道两侧拱脚附近打设应力释放孔,孔深3.0m,间距0.5~1.0m,在拱部以 $0\sim 10^\circ$ 的仰角打设超前应力释放孔,孔径42mm以上,掌子面周边拱线处钻两排4.5m~5m深的炮眼,炮眼间距50cm,外插角30度,间隔装药。

## 一种隧道高地应力段防控施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及隧道施工技术领域,更具体而言,涉及一种隧道高地应力段防控施工方法。

### 背景技术

[0002] 在高地应力段隧道,易发生岩爆现象,岩爆是一种岩体中聚积的弹性变形势能在一定条件下的突然猛烈释放,导致岩石爆裂并弹射出来的现象,岩爆发生的原因是由于围岩强度适应不了集中的过高应力而突发的失稳破坏,岩爆事故对施工安全有着严重的影响,但其在未发生前,无明显的征兆。

### 发明内容

[0003] 为克服上述现有技术中存在的不足,本发明提供了一种隧道高地应力段防控施工方法,该施工方法对隧道高地应力段地质条件进行有效的预测,通过改善措施,能够提前解除超前应力,改善的光爆技术也提高了施工的安全性及施工效率。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采取的技术方案为:

[0005] 一种隧道高地应力段防控施工方法,包括以下步骤:

[0006] S1、地质预报:对隧道前方地质进行预测,收集地质情况;

[0007] S2、岩体二次应力场测试,预报岩爆和判定等级:采用钻孔应力解除和应力恢复测试方法,分段对洞壁及掌子面测定围岩表层岩体二次应力场;

[0008] S3、喷洒高压水:掌子面开挖后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水,喷洒范围延伸到离掌子面100m处;

[0009] S4、根据岩爆烈度等级,对超前应力提前释放;

[0010] S5、采用光面爆破技术进行开挖,在中等以上岩爆区,周边眼间距控制在25cm以内,采用隔眼装药,堵塞炮泥;

[0011] S6、高地应力段围岩开挖后,根据岩爆烈度等级,设置临时防护设施。

[0012] 所述步骤S1中,根据施工掌子面的岩体结构面产状、岩体的破碎程度、岩石的变质程度、岩体强度和地质应力,结合涉及岩爆地段,对掌子面前方的岩体条件、产状及完整性进行预测。

[0013] 所述步骤S1中,采用超前探测孔和TSP地质预报对前方地质进行探测,得出数据后,进行地质预测,在开挖中结合掌子面地质情况应证和纠正。

[0014] 所述步骤S2中,测定围岩表层岩体二次应力场的同时进行现场岩石点荷载强度试验,利用洞壁切向应力洞壁岩石单轴抗压强度 $R_b$ 来预报岩爆和判定等级。

[0015] 所述步骤S3中,施作锚杆时,利用锚杆孔向岩体深处注水,以增强岩体的塑性,减弱岩体的脆性,保持岩体的潮湿状态。

[0016] 所述步骤S4中,在强烈岩爆区,在隧道两侧拱脚附近打设应力释放孔,孔深3.0m,间距0.5~1.0m,在拱部以 $0\sim 10^\circ$ 的仰角打设超前应力释放孔,孔径42mm以上,掌子面周边

拱线处钻两排4.5m~5m深的炮眼,炮眼间距50cm,外插角30度,间隔装药。

[0017] 所述步骤S5中,采用浅孔爆破,缩短循环进尺,减少一次用药量,拱部采用小药卷光面爆破措施,拉大不同部分炮眼的雷管段位间隔。

[0018] 所述步骤S6中,针对轻微岩爆段,对可能发生岩爆段围岩喷射钢纤维砼,厚度8~10cm;针对中等岩爆段,采用打设锚杆加挂网喷砼稳固岩体,锚杆施作应及时,长度为2.5m左右;针对岩爆特别严重段,打设锚杆后,增加格栅钢架支护,间距0.8m,拱架之间用 $\Phi$ 22钢筋焊接并与系统锚杆焊接成一个整体。

[0019] 与现有技术相比,本发明所具有的有益效果为:

[0020] 对施工掌子面的地质预测,为施工提供了数据支持,保证了施工安全;对岩体的二次应力场测试,对岩爆进行了等级判断,方便施工时针对不同等级的岩爆段进行合适的施工手段;在掌子面开挖后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水,保持了岩体的潮湿状态,可有效降低岩爆的强烈程度;超前应力解除施工,避免岩体内部应力集中,使岩体本身形成一个保护层;“短进尺,弱爆破”的钻爆设计,延长了爆破时间,减少了对围岩的爆破扰动,减少了爆破动应力的叠加,控制爆发裂隙的生成,避免由于爆破诱发岩爆,从而降低岩爆频率和强度。本发明能够提前对岩爆进行预测,并采取了防控施工措施,有效地提高了施工安全性和施工效率。

### 具体实施方式

[0021] 下面对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范畴。

[0022] 一种隧道高地应力段防控施工方法,包括以下步骤:

[0023] S1、地质预报:对隧道前方地质进行预测,收集地质情况;

[0024] S2、岩体二次应力场测试,预报岩爆和判定等级:采用钻孔应力解除和应力恢复测试方法,分段对洞壁及掌子面测定围岩表层岩体二次应力场;

[0025] S3、喷洒高压水:掌子面开挖后立即向工作面及附近洞壁岩体喷洒高压水,喷洒范围延伸到离掌子面100m处;

[0026] S4、根据岩爆烈度等级,对超前应力提前释放;

[0027] S5、采用光面爆破技术进行开挖,在中等以上岩爆区,周边眼间距控制在25cm以内,采用隔眼装药,堵塞炮泥;增加光爆效果,以达到开挖轮廓线圆顺。尽量避免凹凸不平造成应力集中,以达到减弱岩爆的发生。

[0028] S6、高地应力段围岩开挖后,根据岩爆烈度等级,设置临时防护设施;增设临时防护设施,对靠近开挖工作面,高地应力区段的主要施工机械安装防护网和防护棚架,施工人员配发钢盔和防弹背心,掌子面加挂钢丝网。

[0029] 优选的,步骤S1中,根据施工掌子面的岩体结构面产状、岩体的破碎程度、岩石的变质程度、岩体强度和地质应力,结合涉及岩爆地段,对掌子面前方的岩体条件、产状及完整性进行预测,用以指导采取预防措施。

[0030] 优选的,步骤S1中,采用超前探测孔和TSP地质预报对前方地质进行探测,得出数

据后,进行地质预测,在开挖中结合掌子面地质情况应证和纠正,并不断提高预测水平。

[0031] 优选的,步骤S2中,测定围岩表层岩体二次应力场的同时进行现场岩石点荷载强度试验,利用洞壁切向应力洞壁岩石单轴抗压强度 $R_b$ 来预报岩爆和判定等级。

[0032] 优选的,步骤S3中,施作锚杆时,利用锚杆孔向岩体深处注水,以增强岩体的塑性,减弱岩体的脆性,保持岩体的潮湿状态,可有效降低岩爆的强烈程度。

[0033] 优选的,步骤S4中,在强烈岩爆区,在隧道两侧拱脚附近打设应力释放孔,孔深3.0m,间距0.5~1.0m,在拱部以 $0\sim 10^\circ$ 的仰角打设超前应力释放孔,孔径42mm以上,孔深可根据钻机性能,尽可能加深,使前方拱部围岩的高地应力提前释放,掌子面周边拱线处钻两排4.5m~5m深的炮眼,炮眼间距50cm,外插角30度,间隔装药,引爆后在拱部2~3m以上的岩体内部形成一个爆破松动圈,避免岩体内部应力集中,使岩体本身形成一个保护层。

[0034] 优选的,步骤S5中,采用浅孔爆破,缩短循环进尺,减少一次用药量,拱部采用小药卷光面爆破措施,拉大不同部分炮眼的雷管段位间隔。从而延长爆破时间,减少对围岩的爆破扰动,减少爆破动应力的叠加,控制爆发裂隙的生成,避免由于爆破诱发岩爆,从而降低岩爆频率和强度。

[0035] 优选的,步骤S6中,针对轻微岩爆段,对可能发生岩爆段围岩喷射钢纤维砼,厚度8~10cm;针对中等岩爆段,采用打设锚杆加挂网喷砼稳固岩体,锚杆施作应及时,长度为2.5m左右;针对岩爆特别严重段,打设锚杆后,增加格栅钢架支护,间距0.8m,拱架之间用 $\Phi 22$ 钢筋焊接并与系统锚杆焊接成一个整体。

[0036] 高地应力区段的隧道围岩类别较低时,易发生崩塌及软岩塑性大变形等变形破裂现象,可建立一套围岩变形跟踪监测系统,来了解和判断围岩变形情况。这个系统由长度分别为3.5m、3m、2m、1m、0.2m的 $\Phi 22$ 钢筋简易位移传递杆组成,钢筋用锚固剂固结在孔底。由于钢筋所处径向位置越远钢筋周围岩体越稳定,其变形越小,3.5m传递杆可视为座标杆。通过定时测量它与其他不同深度的传递杆的相对位移,可以得到围岩不同深度的径向位移量,再辅以其他常规测量方法得出的数据,作为判断围岩变形量大小的依据,从而预报岩爆的发生。

[0037] 上面仅对本发明的较佳实施例作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化,各种变化均应包含在本发明的保护范围之内。