



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111576481 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010397595.4

(22)申请日 2020.05.12

(71)申请人 中铁二十局集团第三工程有限公司

地址 400065 重庆市南岸区黄桷垭镇崇文路28号附7

(72)发明人 吴青华 梁映锋 朱清利 邹杨
朱朋刚 米仕鹏 吕增寅 王维军
熊据翔

(74)专利代理机构 重庆市信立达专利代理事务所(普通合伙) 50230

代理人 陈炳萍

(51)Int.Cl.

E02D 29/045(2006.01)

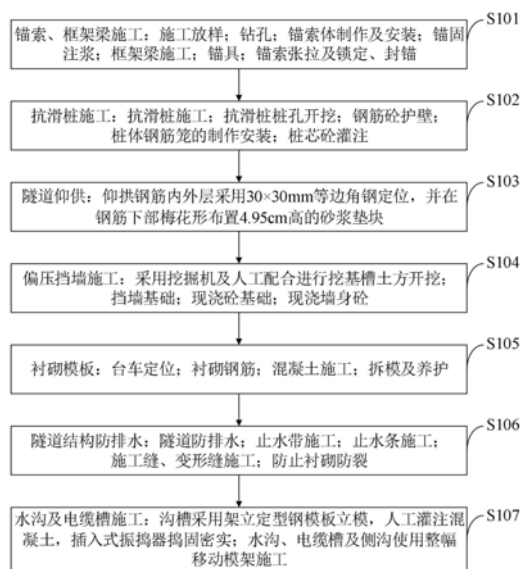
权利要求书5页 说明书17页 附图3页

(54)发明名称

一种隧道洞口明洞加固施工方法

(57)摘要

本发明属于隧道洞口加固技术领域,公开了一种隧道洞口明洞加固施工方法,包括:锚索、框架梁施工;抗滑桩施工;偏压挡墙施工;衬砌模板;台车定位,衬砌钢筋,混凝土施工,拆模及养护;隧道结构防排水;隧道防排水,止水带施工,止水条施工,施工缝、变形缝施工;水沟及电缆槽施工;沟槽采用架立定型钢模板立模,人工灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实,水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架施工。本发明提供的隧道洞口明洞加固施工方法洞口开挖量小,加固效果好,成本低,能够保证隧道洞口施工的安全稳定性;有效的解决了隧道洞口进洞的难题,最大可能地实现了经济、合理、安全、高效,为隧道洞口明洞加固方法的设计提供了科学依据。



1. 一种隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述隧道洞口明洞加固施工方法包括:

步骤一,通过施工放样,钻孔,锚索体制作及安装,锚固注浆,框架梁施工,锚具,锚索张拉及锁定,封锚实现锚索、框架梁施工;

步骤二,通过抗滑桩桩孔开挖,钢筋砼护壁,桩体钢筋笼的制作安装,桩芯砼灌注实现抗滑桩施工;

步骤三,仰拱钢筋内外层采用等边角钢定位,并在钢筋下部梅花形布置砂浆垫块实现隧道仰拱;

步骤四,采用挖掘机及人工配合进行挖基槽土方开挖,挡墙基础,现浇砼基础,现浇墙身砼实现偏压挡墙施工;

步骤五,通过台车定位,衬砌钢筋,混凝土施工,拆模及养护实现衬砌模板;

步骤六,通过止水带施工,止水条施工,施工缝、变形缝施工实现防裂隧道结构防排水;

步骤七,沟槽采用架立定型钢模板立模,人工灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实,水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架实现施工水沟及电缆槽施工。

2. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤一中锚索、框架梁施工包括:

(1) 布置地表截、排水设施,边坡自上而下分层开挖,开挖一级防护一级;

(2) 每一层开挖完毕后,开始坡面锚索施工,进行下一分层石方开挖施工;坡面锚索施工包括:定位、造孔、锚索安装、灌浆、张拉;

(3) 每一级坡面开挖完毕后,绑扎制作钢筋笼,现浇框架梁;

(4) 锚索框架梁加固时,对锚索进行张拉;

(5) 每一级全部施工完毕后,进入下一分级循环。

3. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤一中锚索、框架梁施工方法包括:

(1) 施工放样,按设计将锚孔位置准确测放在坡面上;

(2) 岩层中采用潜孔钻机成孔;在岩层破碎或松软饱水采用跟管钻进;

钻机就位锚孔钻进施工,搭设脚手架,根据坡面测放孔位,安装固定钻机;钻孔采用干钻,对每个孔的地层变化、钻进状态的情况作好施工记录;使用钻头直径不得小于设计孔径;孔位误差不得超过 $\pm 100\text{mm}$,孔径允许偏差 $0\sim 10\text{mm}$;孔深不小于设计孔深,锚索长度允许偏差 $0\sim 100\text{mm}$,锚索的钻孔斜度允许偏差 $\pm 1^\circ$;钻进达到设计深度后稳钻 $1\sim 2$ 分钟;在钻孔完成后,使用高压空气,风压 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$,将孔内岩粉及水体全部清除出孔外;锚孔钻造结束进行下道工序;

(3) 锚索体制作及安装,锚索在锚固段,锚索束进行清污、除污处理,包裹导向帽;每隔 1.5m 设置一个对中支架,使锚索居中;自由段锚索束应涂专用防腐油脂,外套 $\Phi 22\text{mm}$ 的聚乙烯塑料管,套管两端 $10\sim 20\text{cm}$ 长度范围内用黄油充填,外绕工程胶布固定;张拉段锚索束应涂防腐剂;锚头顶面与锚索轴线垂直;将锚索体放入孔内,用钢尺量出孔外露出的钢绞线长度,计算孔内锚索长度,误差控制在 50mm 范围内;

(4) 锚固注浆,将自由段涂满防锈油,套上波纹管,管内注满环氧树脂,封闭两端,一次将锚索的锚固段和张拉段注满;放入锚索束后灌注M40水泥浆,注浆采用孔底注浆法,注浆

压力不小于1.0Mpa;第一次注浆完毕,水泥砂浆凝固收缩后,孔口应进行补浆,注浆材料宜选用水灰比0.45~0.5的纯水泥浆;

(5) 框架梁施工,使用C30混凝土现场立模现浇施工;框架梁截面采用纵梁、横梁矩形截面400*400mm;每隔20m设一道伸缩缝,缝宽2cm,缝内填塞沥青麻筋;框架梁在节点中心预埋PVC管,直径由锚索钻孔直径确定;当钢筋与预留位置冲突时,调整钢筋间距保证锚索预留孔位的准确;

(6) 锚具工作台采用C30混凝土浇筑,与横梁同时浇筑成整体;锚具工作台台面以下3cm处增设一层20×20cm的 $\phi 6$ 钢筋网,并设3根 $\phi 6.5$ 钢筋垂直工作面布置加强平台与框架的联结,长10~30cm;锚具底座顶与钻孔轴线应垂直;在锚孔周围钢筋较密集;

(7) 锚索张拉及锁定、封锚,锚索张拉在孔内砂浆及外锚头等达到设计强度后进行;每孔由5束直径15.2mm的高强度低松弛、抗拉强度不低于1860MPa的钢绞线组成;首先通过现场张拉试验,确定张拉锁定工艺;锚索的张拉及锁定分级进行;从锚具量起,留出长5~10cm钢绞线,其余部分截去,用机械切割,严禁电弧烧割;最后用水泥净浆注满锚垫板及锚头各部分空隙,然后对锚头采用C30砼进行封锚;张拉时控制在设计预应力值的0.1/min;卸荷速率控制在设计预应力值的0.2/min;张拉到位后锁定;锚索在张拉锁定后即进行张拉段灌浆;灌浆压力不小于1.0Mpa;锚索在张拉锁定,并完成封孔灌浆后,钢绞线和工作锚进行清洗,将锚索外露钢绞线预留5cm长度,其余采用手持砂轮切割机切去,留 ≥ 10 cm以防滑脱;锚索框架梁施工完成后,形成整体受力结构,边坡变形检测合格后,垫座混凝土凿毛处理,再切割锚具外超长部分钢绞线,最后用C30砼封锚保护锚头;预应力锚索应设置测力计,测力计设置数量不少于该工点锚索孔数的5%,每工点不少于2孔。

4. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤二中抗滑桩施工方法包括:

(1) 抗滑桩桩孔开挖分二步依次进行开挖;当井口土石方开挖1.6~1.7米后,根据设计的锁口尺寸在原地面下挖10cm;然后进行护壁和锁口钢筋的制作并及时进行模板安装,在井口模板的支护过程中用全站仪对其位置及桩口进行校核;井口浇注完毕后,将桩心十字轴线及标高投测到锁口护壁砼上;同时要在井口四周挖好排水沟,设置地表截、排水及防渗设施;雨季施工期间,应搭设雨棚;备好井下排水、通风、照明设备;采用井字双排脚架配合固定卷扬机提升装置,待井口混凝土强度达到70%后,进行提升设施及脚手架的安装;

(2) 挖孔过程先挖桩芯部位,后挖四周护壁部位,挖孔护壁采用C25钢筋砼结构,每掘进1.0米,若遇软弱层易塌方部位可根据模板规格减短进尺,进行护壁处理,施工护壁包括:首先按照设计要求安设护壁钢筋,经检查验收后安装护壁模板,然后根据桩孔中心点校正模板,保证护壁厚度、桩孔尺寸和垂直度,然后浇注护壁砼,上下护壁间应搭接50mm,且用小型振动棒进行振捣以保证护壁砼的密实度,浇筑护壁砼要四周同时均匀浇注;当砼达到一定强度后拆模,拆模后进行校正,对不合格部分进行修正,直至合格;依次循环类推进行挖孔施工;护壁混凝土的灌注,上下节连成整体;钢筋混凝土护壁应当连续设置,护壁钢筋应当连续,下送混凝土时做到对称和四周均匀捣固;施工中,随时检查护壁受力情况;

(3) 桩体钢筋笼的制作安装,对端部不直的钢筋要预先调直或用无齿锯切割,端面切口应与轴线垂直;加工的钢筋直螺纹丝头的牙形、螺距与连接套的牙形、螺距一致,丝头一端戴上保护帽,另一端拧紧连接套;将已拧套筒的上层钢筋拧到被连接的钢筋上,而后转动连

接钢筋或反拧套筒到预定位置,最后用扭力扳手按规定的扭矩值把接头拧紧,锁定连接套筒;钢筋吊装与安装采用井上加工、井内安装的形式进行施工,在井内安装钢筋笼时每隔2米的高度在护壁砼上预埋一定数量的钢筋插筋,与钢筋笼进行连接固定;待钢筋笼安装完成之后进行声测管的安装,每根抗滑桩安装4根声测管,声测管安装在抗滑桩长边侧,距中轴线1m长;

(4) 当钢筋验收合格后,进行桩芯砼浇注;采用自拌砼浇注桩芯,通过汽车泵送砼至现场;串筒下料,砼还未下料前,对孔底水再次处理,将积水装入吊桶,并在不关闭电源情况下,将潜水泵提出到井面,每桩内准备好一包干水泥迅速撒在孔底扫匀,此时等候在井面砼下料;桩内砼应使用插入式振动器分层振捣,除孔底800mm为第一振捣层外,其它均以500mm为一振捣高度层,边灌注边分层振捣密实,直至桩顶;当砼桩浇至设计桩顶标高时,根据浮浆厚度确定砼浇注后标高;当砼表面无浮浆时,砼灌注最终标高为设计桩顶标高加100,当砼表面有浮浆时,应扣除浮浆厚度,桩顶砼在初凝前抹压平整,表面如有浮浆层要凿除以保证与上部承台连接良好。

5. 如权利要求4所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述(1)中抗滑桩桩孔开挖包括:

(1) 土石方开挖先中间后周边,每节护壁检查中心点及几何尺寸;挖深超过6m后,用鼓风机连续向孔内送风,风管口距孔底1m,孔内照明采用36V、100W的低压电源的防爆灯,灯泡离孔底2.0m,并且是防水带罩的安全灯具;桩口周围设围护栏;检测井底是否有有害气体,把气体检测仪放入井底检测,以检测井底有害气体和孔井内是否缺氧;较大孤石采用周边钻心法,逐层剔除;

(2) 土石方运输:在孔口安装双排脚手架,使用电动提升机,孔口四周必须设置护栏,护栏高度宜为1.20m;

(3) 采用刚性爬梯,采用钢筋 $\Phi 12$ 钢筋焊接,从孔顶直到孔底。

6. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤三中隧道仰供的方法包括:待抗滑桩施工完成后进行仰拱开挖,仰拱开挖后,将隧底的杂物清理,根据设计图纸,在隧道钢筋加工棚内将钢筋加工完成,采用装载机将钢筋运至施工现场,在施工现场安装;仰拱钢筋内外层采用 30×30 mm等边角钢定位,钢筋采用主筋 $\Phi 20$ 钢筋、分布筋 $\Phi 14$ 钢筋、箍筋 $\Phi 8$ 钢筋,钢筋间距 200×200 mm,并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块;

仰拱砼施工时,先浇筑仰拱防水砼,按照配合比拌制,浇筑采用砼溜槽浇筑,拱圈砼在浇筑完成初凝后再进行填充的浇筑,砼浇筑完成后养护,仰拱砼的养护可采用履盖土工布浇水养护,养护时间不得小于7天;仰拱钢筋内外层采用 30×30 mm等边角钢定位,并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块实现隧道仰供。

7. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤四中偏压挡墙施工方法包括:

(1) 挖基配合墙体施工分段进行,先测量放线,定出开挖边线,起点及终点,设立桩标,注明高程及开挖深度,用 1m^3 反铲挖掘机开挖,多余的土方装车外运弃土;在施工过程中,设置排水沟及集水坑进行施工排水;

(2) 挡墙基础挖到设计标高后测定基地承载力,基础落在坚硬的岩石上且基地承载力

不得小于0.35Mpa;当挖基发现软土层时,进行换土处理;

(3) 按挡土墙分段长,整段进行一次性浇灌,在清理好的垫层表面测量放线,立模浇灌;

(4) 现浇墙身砼:现浇砼挡土墙与基础的结合面,应按施工缝处理,先进行凿毛,将松散部分的砼及浮浆凿除,并用水清洗干净,然后架立墙身模板,砼开始浇灌时,先在结合面上刷一层水泥浆再浇灌墙身砼;

墙身模板采用光面竹胶板拼装,竖枋用 $5 \times 10\text{cm}$ 枋间距为40cm,用钢管作围楞,用 $5 \times 10\text{cm}$ 的木枋作斜撑进行支撑,侧模用 $\phi 16$ 的螺栓对拉定位,螺栓间距为80cm,螺栓穿孔采用内径为20-25cm的硬塑料管,拆模时,将螺栓拔出,再用1:2水泥砂浆堵塞螺栓孔,墙身模板超过4米高采用二次立模的办法;当砼落高大于2.0m时,采用串筒输送砼入仓;砼由拌合站,用砼运输车运至现场,混凝土输送泵进行浇灌,砼浇灌从低处开始分层均匀进行,分层厚度为30cm,采用插入式振捣器振捣,振捣棒移动距离不应超过其作用半径的1.5倍,并与侧模保持5-10cm的距离;在砼浇灌过程中,表面泌水过多将水排走或采取逐层减水措施,浇灌到顶面后抹面,定浆后再二次抹面,使表面平整;

挡土墙泄水孔为 $\Phi 110\text{mm}$ 的PVC管,纵向每隔2m预埋一根。

8. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤五中衬砌模板包括:隧道衬砌采用液压衬砌台车,通过调整液压杆件,使模板对位;模板台车接头加硬橡胶间隙带;拱、墙二衬混凝土整体灌注;

(1) 台车定位,台车定位借助测量仪器,用全站仪将隧道衬砌中心线测出,并用钢钉钉点做好标记,找出衬砌台车的中心,用吊垂找出台车中心线与衬砌中心线的偏差后进行调整,直至两中心线重合;再用水平仪测出衬砌台车中心顶面的标高,算出与衬砌中心顶面标高的差值后调整高度;分别测出左右两个脚点的方位,与设计方位对比,找出差值后进行调整;将台车的支撑螺旋杆全部撑开并扭紧;绑扎钢筋完毕后用钢模板将台车端头封闭,封闭后的端头要密合,外模及堵头模板不漏浆;

(2) 衬砌钢筋,钢筋加工弯制前应调直,并将表面油渍、水泥浆和浮皮铁锈清理干净;加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕;利用冷拉方法矫直伸长率:I级钢筋不得超过2%,II级钢筋不得超过1%,III级钢筋不超过0.5%;采用电弧焊焊接,单面搭接焊,其搭接长度不得小于10d,双面搭接焊,其搭接长度不得小于5d,焊缝宽度不小于0.8d且不小于10mm,焊缝高度不小于0.3d且不小于4mm;

(3) 混凝土施工,混凝土通过模板上预留的灌注窗口,自下而上,从两端水平分层对称浇注,边浇注边捣固,每浇注层厚不超过40cm,相邻两层浇注时间不超过1.5小时,混凝土浇注过程中垂直自由下落高度不超过2m,捣固采用附着式振捣器和插入式振捣器;混凝土灌注结束12小时后从堵头板处浇水养护;拆模后及时进行洒水养护,养护时间不少于14天;

(4) 拆模及养护,混凝土浇筑完毕后的12小时以内开始对混凝土进行养护,混凝土内部温度与表面温度之差、表面温度与环境温度之差不宜大于 20°C ,养护用水温度与混凝土表面温度之差不得大于 15°C ;浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态;当环境气温低于 5°C 时不应浇水;二次衬砌混凝土拆模后,采用自动喷淋养护台车进行养生。

9. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤六中,隧道结构防排水的方法包括:

(1) 隧道防排水,千担坡隧道进口段在明洞施工的同时在靠近边坡侧埋设A200纵向排

水管,通过纵向排水管将山体渗水排入到隧道水沟,明洞拱墙背墙满铺两层 $350\text{g}/\text{m}^2$ 无纺布夹一层 1.5mm 厚EVA,两布一板作为防水层,泄水孔采用 $116/100\text{mm}$ 无孔波纹管,并与纵向A200打孔波纹管采用三通连接,纵向波纹管用无纺布包裹防堵塞;

(2) 止水带施工中采用泡沫塑料对止水带进行定位;浇筑混凝土时注意避免混凝土中的尖角石子和锐利的钢筋刺破止水带;在二次衬砌混凝土浇筑后的12小时内,拆除堵头模板,用钢丝刷将接缝处的混凝土刷毛,并将接缝处清理干净;在下组混凝土浇筑前先将接缝混凝土洒水润湿,然后刷水泥浆两道,30分钟后可以浇筑混凝土;止水带全环施作,接头搭接长度不小于 30cm ;

(3) 止水条施工,在先浇筑混凝土初凝后、终凝前,根据止水条规格在混凝土基面中间压磨出一条平直、光滑槽;拆除混凝土模板后,凿毛施工缝,用钢丝刷清除去界面上的浮渣,并涂 $2\text{--}5\text{mm}$ 厚的水泥浆,待表面干燥后,用配套的粘结剂或水泥钉固定止水条,再浇筑下一环混凝土;止水条接头处应重叠搭接后在粘结固定,搭接长度大于 50mm ;

(4) 施工缝、变形缝施工,明洞衬砌环向施工缝设中埋式橡胶止水带,纵向施工缝处设涂刷混凝土界面剂+中埋橡胶止水条,变形缝处设中埋橡胶止水带及塞填材料;

(5) 采取综合措施防止衬砌防裂;

(6) 衬砌工序防开裂措施,采用衬砌台车衬砌,两侧对称浇灌,放慢浇灌速度;掺用具有补偿混凝土收缩功能的HE高效抗裂减水剂;加强混凝土振捣与养护;控制拆模时间。

10. 如权利要求1所述的隧道洞口明洞加固施工方法,其特征在于,所述步骤七水沟及电缆槽施工方法包括:排水边沟与电缆沟槽同时在明洞衬砌完成后施作;需要二衬台车退回转场需要的情况,水沟电缆槽可在台车退回后再行施工;盖板预制,沟槽采用架立定型钢模板立模,灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实;沟槽施工在拱、墙混凝土和仰拱填充施工完成后进行,施工水沟电缆槽;为使新旧混凝土结合密贴,对旧混凝土界面进行凿毛处理;水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架施工。

一种隧道洞口明洞加固施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于隧道洞口加固技术领域,尤其涉及一种隧道洞口明洞加固施工方法。

背景技术

[0002] 目前,在隧道施工过程中,洞口施工尤为重要。雨水对洞口的冲刷,容易导致边坡落石、失稳坍塌。随着洞口坡面的风化,容易引起水土流失。同时,隧道洞口遇易滑地层山体,洞口施工更加困难,既要保证易滑地层体的稳定性,又要保证隧道洞口施工的安全稳定性。根据目前的研究,洞口节理裂隙发育时,在洞口开挖线以外打超前锚杆或管棚,然后边开挖边进行支护;若洞口段岩石较破碎、裂隙发育或因地质构造稳定性差时,采取预锚固、预注浆、设预应力锚索等方法加固,然后采取先导洞后扩大、分部开挖、先墙后拱等方法施工。但是,传统的洞口加固施工方法洞口开挖量大,增加施工投资,同时对环境破坏严重,也不能有效的保证易滑地层的稳定性,成本较高,加固效果不明显。

[0003] 通过上述分析,现有技术存在的问题及缺陷为:传统的洞口加固施工方法洞口开挖量大,增加施工投资,同时对环境破坏严重,也不能有效的保证易滑地层的稳定性,成本较高,加固效果不明显。

[0004] 解决以上问题及缺陷的难度:洞口工程多为V级围岩,力学性能复杂,而且受偏压等影响,地应力分布不均,这就使得浅埋隧道的稳定性分析很困难,使得隧道在施工中很难实现施工质量,安全控制。

[0005] 解决以上问题及缺陷的意义为:综合造价因素、后期运营安全性及方案实施难易程度,多种方案对比分析选择最佳方案。成功解决了洞口工程出现的施工难题,确保了施工节点工期,为今后同类地质水文条件洞口工程施工积累了宝贵的经验。

发明内容

[0006] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种隧道洞口明洞加固施工方法。

[0007] 本发明是这样实现的,一种隧道洞口明洞加固施工方法,所述隧道洞口明洞加固施工方法包括:

[0008] 步骤一,通过施工放样定位,钻孔,根据设计图锚索体制作及安装,锚固注浆,框架梁施工,锚具,锚索张拉及锁定,封锚实现锚索、框架梁施工;

[0009] 步骤二,通过抗滑桩桩孔开挖,钢筋砼护壁,桩体钢筋笼的制作安装,桩芯砼灌注实现抗滑桩施工;

[0010] 步骤三,仰拱钢筋内外层采用 $30 \times 30\text{mm}$ 等边角钢定位,并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块实现隧道仰拱;

[0011] 步骤四,采用挖掘机及人工配合进行挖基槽土方开挖,挡墙基础,现浇砼基础,现浇墙身砼实现偏压挡墙施工;

[0012] 步骤五,通过台车定位,衬砌钢筋,混凝土施工,拆模及养护实现衬砌模板;

[0013] 步骤六,通过止水带施工,止水条施工,施工缝、变形缝施工实现防裂隧道结构防

排水;

[0014] 步骤七,沟槽采用架立定型钢模板立模,人工灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实,水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架实现施工水沟及电缆槽施工。

[0015] 进一步,所述步骤一中锚索、框架梁施工包括:

[0016] (1) 布置地表截、排水设施,边坡自上而下分层开挖,开挖一级防护一级;

[0017] (2) 每一层开挖完毕后,开始坡面锚索施工,进行下一分层石方开挖施工;坡面锚索施工包括:定位、造孔、锚索安装、灌浆、张拉;

[0018] (3) 每一级坡面开挖完毕后,绑扎制作钢筋笼,现浇框架梁;

[0019] (4) 锚索框架梁加固时,对锚索进行张拉;

[0020] (5) 每一级全部施工完毕后,进入下一分级循环。

[0021] 进一步,所述步骤一中锚索、框架梁施工方法包括:

[0022] (1) 施工放样,按设计将锚孔位置准确测放在坡面上;

[0023] (2) 岩层中采用潜孔钻机成孔;在岩层破碎或松软饱水采用跟管钻进;

[0024] 钻机就位锚孔钻进施工,搭设脚手架,根据坡面测放孔位,安装固定钻机;钻孔采用干钻,对每个孔的地层变化、钻进状态的情况作好施工记录;使用钻头直径不得小于设计孔径;孔位误差不得超过 $\pm 100\text{mm}$,孔径允许偏差 $0\sim 10\text{mm}$;孔深不小于设计孔深,锚索长度允许偏差 $0\sim 100\text{mm}$,锚索的钻孔斜度允许偏差 $\pm 1^\circ$;钻进达到设计深度后稳钻 $1\sim 2$ 分钟;在钻孔完成后,使用高压空气,风压 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$,将孔内岩粉及水体全部清除出孔外;锚孔钻造结束进行下道工序;

[0025] (3) 锚索体制作及安装,锚索在锚固段,锚索束进行清污、除污处理,包裹导向帽;每隔 1.5m 设置一个对中支架,使锚索居中;自由段锚索束应涂专用防腐油脂,外套 $\Phi 22\text{mm}$ 的聚乙烯塑料管,套管两端 $10\sim 20\text{cm}$ 长度范围内用黄油充填,外绕工程胶布固定;张拉段锚索束应涂防腐剂;锚头顶面与锚索轴线垂直;将锚索体放入孔内,用钢尺量出孔外露出的钢绞线长度,计算孔内锚索长度,误差控制在 50mm 范围内;

[0026] (4) 锚固注浆,将自由段涂满防锈油,套上波纹管,管内注满环氧树脂,封闭两端,一次将锚索的锚固段和张拉段注满;放入锚索束后灌注M40水泥浆,注浆采用孔底注浆法,注浆压力不小于 1.0Mpa ;第一次注浆完毕,水泥砂浆凝固收缩后,孔口应进行补浆,注浆材料宜选用水灰比 $0.45\sim 0.5$ 的纯水泥浆;

[0027] (5) 框架梁施工,使用C30混凝土现场立模现浇施工;框架梁截面采用纵梁、横梁矩形截面 $400*400\text{mm}$;每隔 20m 设一道伸缩缝,缝宽 2cm ,缝内填塞沥青麻筋;框架梁在节点中心预埋PVC管,直径由锚索钻孔直径确定;当钢筋与预留位置冲突时,调整钢筋间距保证锚索预留孔位的准确;

[0028] (6) 锚具工作台采用C30混凝土浇筑,与横梁同时浇筑成整体;锚具工作台台面以下 3cm 处增设一层 $20\times 20\text{cm}$ 的 $\Phi 6$ 钢筋网,并设3根 $\Phi 6.5$ 钢筋垂直工作面布置加强平台与框架的联结,长 $10\sim 30\text{cm}$;锚具底座顶与钻孔轴线应垂直;在锚孔周围钢筋较密集;

[0029] (7) 锚索张拉及锁定、封锚,锚索张拉在孔内砂浆及外锚头等达到设计强度后进行;每孔由5束直径 15.2mm 的高强度低松弛、抗拉强度不低于 1860MPa 的钢绞线组成;首先通过现场张拉试验,确定张拉锁定工艺;锚索的张拉及锁定分级进行;从锚具量起,留出长 $5\sim 10\text{cm}$ 钢绞线,其余部分截去,用机械切割,严禁电弧烧割;最后用水泥净浆注满锚垫板及锚

头各部分空隙,然后对锚头采用C30砼进行封锚;张拉时控制在设计预应力值的0.1/min;卸荷速率控制在设计预应力值的0.2/min;张拉到位后锁定;锚索在张拉锁定后即进行张拉段灌浆;灌浆压力不宜小于1.0MPa;锚索在张拉锁定,并完成封孔灌浆后,钢绞线和工作锚进行清洗,将锚索外露钢绞线预留5cm长度,其余采用手持砂轮切割机切去,留 $\geq 10\text{cm}$ 以防滑脱;锚索框架梁施工完成后,形成整体受力结构,边坡变形检测合格后,垫座混凝土凿毛处理,再切割锚具外超长部分钢绞线,最后用C30砼封锚保护锚头;预应力锚索应设置测力计,测力计设置数量不少于该工点锚索孔数的5%,每工点不少于2孔。

[0030] 进一步,所述步骤二中抗滑桩施工方法包括:

[0031] (1) 抗滑桩桩孔开挖分二步依次进行开挖;当井口土石方开挖1.6-1.7米后,根据设计的锁口尺寸在原地面下挖10cm;然后进行护壁和锁口钢筋的制作并及时进行模板安装,在井口模板的支护过程中用全站仪对其位置及桩口进行校核;井口浇注完毕后,将桩心十字轴线及标高投测到锁口护壁砼上;同时要在井口四周挖好排水沟,设置地表截、排水及防渗设施;雨季施工期间,应搭设雨棚;备好井下排水、通风、照明设备;采用井字双排脚架配合固定卷扬机提升装置,待井口混凝土强度达到70%后,进行提升设施及脚手架的安装;

[0032] (2) 挖孔过程先挖桩芯部位,后挖四周护壁部位,挖孔护壁采用C25钢筋砼结构,每掘进1.0米,若遇软弱层易塌方部位可根据模板规格减短进尺,进行护壁处理,施工护壁包括:首先按照设计要求安设护壁钢筋,经检查验收后安装护壁模板,然后根据桩孔中心点校正模板,保证护壁厚度、桩孔尺寸和垂直度,然后浇注护壁砼,上下护壁间应搭接50mm,且用小型振动棒进行振捣以保证护壁砼的密实度,浇筑护壁砼要四周同时均匀浇注;当砼达到一定强度后拆模,拆模后进行校正,对不合格部分进行修正,直至合格;依次循环类推进行挖孔施工;护壁混凝土的灌注,上下节连成整体;钢筋混凝土护壁应当连续设置,护壁钢筋应当连续,下送混凝土时做到对称和四周均匀捣固;施工中,随时检查护壁受力情况;

[0033] (3) 桩体钢筋笼的制作安装,对端部不直的钢筋要预先调直或用无齿锯切割,端面切口应与轴线垂直;加工的钢筋直螺纹丝头的牙形、螺距与连接套的牙形、螺距一致,丝头一端戴上保护帽,另一端拧紧连接套;将已拧套筒的上层钢筋拧到被连接的钢筋上,而后转动连接钢筋或反拧套筒到预定位置,最后用扭力扳手按规定的扭矩值把接头拧紧,锁定连接套筒;钢筋吊装与安装采用井上加工、井内安装的形式进行施工,在井内安装钢筋笼时每隔2米的高度在护壁砼上预埋一定数量的钢筋插筋,与钢筋笼进行连接固定;待钢筋笼安装完成之后进行声测管的安装,每根抗滑桩安装4根声测管,声测管安装在抗滑桩长边侧,距中轴线1m长;

[0034] (4) 当钢筋验收合格后,进行桩芯砼浇注;采用自拌砼浇注桩芯,通过汽车泵送砼至现场;串筒下料,砼还未下料前,对孔底水再次处理,将积水装入吊桶,并在不关闭电源情况下,将潜水泵提出到井面,每桩内准备好一包干水泥迅速撒在孔底扫匀,此时等候在井面砼下料;桩内砼应使用插入式振动器分层振捣,除孔底800mm为第一振捣层外,其它均以500mm为一振捣高度层,边灌注边分层振捣密实,直至桩顶;当砼桩浇至设计桩顶标高时,根据浮浆厚度确定砼浇注后标高;当砼表面无浮浆时,砼灌注最终标高为设计桩顶标高加100,当砼表面有浮浆时,应扣除浮浆厚度,桩顶砼在初凝前抹压平整,表面如有浮浆层要凿除以保证与上部承台连接良好。

[0035] 进一步,所述(1)中抗滑桩桩孔开挖包括:

[0036] (1) 土石方开挖先中间后周边,每节护壁检查中心点及几何尺寸;挖深超过6m后,用鼓风机连续向孔内送风,风管口距孔底1m,孔内照明采用36V、100W的低压电源的防爆灯,灯泡离孔底2.0m,并且是防水带罩的安全灯具;桩口周围设围护栏;检测井底是否有有害气体,把气体检测仪放入井底检测,以检测井底有害气体和孔井内是否缺氧;较大孤石采用周边钻心法,逐层剔除;

[0037] (2) 土石方运输:在孔口安装双排脚手架,使用电动提升机,孔口四周必须设置护栏,护栏高度宜为1.20m;

[0038] (3) 采用刚性爬梯,采用钢筋 $\Phi 12$ 钢筋焊接,从孔顶直到孔底。

[0039] 进一步,所述步骤三中隧道仰拱的方法包括:待抗滑桩施工完成后进行仰拱开挖,仰拱开挖后,将隧底的杂物清理,根据设计图纸,在隧道钢筋加工棚内将钢筋加工完成,采用装载机将钢筋运至施工现场,在施工现场安装;仰拱钢筋内外层采用 $30 \times 30\text{mm}$ 等边角钢定位,钢筋采用主筋 $\Phi 20$ 钢筋、分布筋 $\Phi 14$ 钢筋、箍筋 $\Phi 8$ 钢筋,钢筋间距 $200 \times 200\text{mm}$,并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块;

[0040] 仰拱砼施工时,先浇筑仰拱防水砼,按照配合比拌制,浇筑采用砼溜槽浇筑,拱圈砼在浇筑完成初凝后再进行填充的浇筑,砼浇筑完成后养护,仰拱砼的养护可采用覆盖土工布浇水养护,养护时间不得小于7天。

[0041] 进一步,所述步骤四中偏压挡墙施工方法包括:

[0042] (1) 挖基配合墙体施工分段进行,先测量放线,定出开挖边线,起点及终点,设立桩标,注明高程及开挖深度,用 1m^3 反铲挖掘机开挖,多余的土方装车外运弃土;在施工过程中,设置排水沟及集水坑进行施工排水;

[0043] (2) 挡墙基础挖到设计标高后测定基地承载力,基础落在坚硬的岩石上且基地承载力不得小于 0.35Mpa ;当挖基发现软土层时,进行换土处理;

[0044] (3) 按挡土墙分段长,整段进行一次性浇灌,在清理好的垫层表面测量放线,立模浇灌;

[0045] (4) 现浇墙身砼:现浇砼挡土墙与基础的结合面,应按施工缝处理,先进行凿毛,将松散部分的砼及浮浆凿除,并用水清洗干净,然后架立墙身模板,砼开始浇灌时,先在结合面上刷一层水泥浆再浇灌墙身砼;

[0046] 墙身模板采用光面竹胶板拼装,竖枋用 $5 \times 10\text{cm}$ 枋间距为40cm,用钢管作围楞,用 $5 \times 10\text{cm}$ 的木枋作斜撑进行支撑,侧模用 $\Phi 16$ 的螺栓对拉定位,螺栓间距为80cm,螺栓穿孔采用内径为20-25cm的硬塑料管,拆模时,将螺栓拔出,再用1:2水泥砂浆堵塞螺栓孔,墙身模板超过4米高采用二次立模的办法;当砼落高大于2.0m时,采用串筒输送砼入仓;砼由拌合站,用砼运输车运至现场,混凝土输送泵进行浇灌,砼浇灌从低处开始分层均匀进行,分层厚度为30cm,采用插入式振捣器振捣,振捣棒移动距离不应超过其作用半径的1.5倍,并与侧模保持5-10cm的距离;在砼浇灌过程中,表面泌水过多将水排走或采取逐层减水措施,浇灌到顶面后抹面,定浆后再二次抹面,使表面平整;

[0047] 挡土墙泄水孔为 $\Phi 110\text{mm}$ 的PVC管,纵向每隔2m预埋一根。

[0048] 进一步,所述步骤五中衬砌模板包括:隧道衬砌采用液压衬砌台车,通过调整液压杆件,使模板对位;模板台车接头加硬橡胶间隙带;拱、墙二衬混凝土整体灌注;

[0049] (1) 台车定位,台车定位借助测量仪器,用全站仪将隧道衬砌中心线测出,并用钢

钉钉点做好标记,找出衬砌台车的中心,用吊垂找出台车中心线与衬砌中心线的偏差后进行调整,直至两中心线重合;再用水平仪测出衬砌台车中心顶面的标高,算出与衬砌中心顶面标高的差值后调整高度;分别测出左右两个脚点的方位,与设计方位对比,找出差值后进行调整;将台车的支撑螺旋杆全部撑开并扭紧;绑扎钢筋完毕后用钢模板将台车端头封闭,封闭后的端头要密合,外模及堵头模板不漏浆;

[0050] (2) 衬砌钢筋,钢筋加工弯制前应调直,并将表面油渍、水泥浆和浮皮铁锈清理干净;加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕;利用冷拉方法矫直伸长率:I级钢筋不得超过2%,II级钢筋不得超过1%,III级钢筋不超过0.5%;采用电弧焊焊接,单面搭接焊,其搭接长度不得小于10d,双面搭接焊,其搭接长度不得小于5d,焊缝宽度不小于0.8d且不小于10mm,焊缝高度不小于0.3d且不小于4mm;

[0051] (3) 混凝土施工,混凝土通过模板上预留的灌注窗口,自下而上,从两端水平分层对称浇注,边浇注边捣固,每浇注层厚不超过40cm,相邻两层浇注时间不超过1.5小时,混凝土浇注过程中垂直自由下落高度不超过2m,捣固采用附着式振捣器和插入式振捣器;混凝土灌注结束12小时后从堵头板处浇水养护;拆模后及时进行洒水养护,养护时间不少于14天;

[0052] (4) 拆模及养护,混凝土浇筑完毕后的12小时以内开始对混凝土进行养护,混凝土内部温度与表面温度之差、表面温度与环境温度之差不宜大于20℃,养护用水温度与混凝土表面温度之差不得大于15℃;浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态;当环境气温低于5℃时不应浇水;二次衬砌混凝土拆模后,采用自动喷淋养护台车进行养生。

[0053] 进一步,所述步骤六中,隧道结构防排水的方法包括:

[0054] (1) 隧道防排水,千担坡隧道进口段在明洞施工的同时在靠近边坡侧埋设A200纵向排水管,通过纵向排水管将山体渗水排入到隧道水沟,明洞拱墙背墙满铺两层350g/m²无纺布夹一层1.5mm厚EVA,两布一板作为防水层,泄水孔采用116/100mm无孔波纹管,并与纵向A200打孔波纹管采用三通连接,纵向波纹管用无纺布包裹防堵塞;

[0055] (2) 止水带施工中采用泡沫塑料对止水带进行定位;浇筑混凝土时注意避免混凝土中的尖角石子和锐利的钢筋刺破止水带;在二次衬砌混凝土浇筑后的12小时内,拆除堵头模板,用钢丝刷将接缝处的混凝土刷毛,并将接缝处清理干净;在下组混凝土浇筑前先将接缝混凝土洒水润湿,然后刷水泥浆两道,30分钟后可以浇筑混凝土;止水带全环施作,接头搭接长度不小于30cm;

[0056] (3) 止水条施工,在先浇筑混凝土初凝后、终凝前,根据止水条规格在混凝土基面中间压磨出一条平直、光滑槽;拆除混凝土模板后,凿毛施工缝,用钢丝刷清除去界面上的浮渣,并涂2-5mm厚的水泥浆,待表面干燥后,用配套的粘结剂或水泥钉固定止水条,再浇筑下一环混凝土;止水条接头处应重叠搭接后在粘结固定,搭接长度大于50mm;

[0057] (4) 施工缝、变形缝施工,明洞衬砌环向施工缝设中埋式橡胶止水带,纵向施工缝处设涂刷混凝土界面剂+中埋橡胶止水条,变形缝处设中埋橡胶止水带及塞填材料;

[0058] (5) 采取综合措施防止衬砌防裂;

[0059] (6) 衬砌工序防开裂措施,采用衬砌台车衬砌,两侧对称浇灌,放慢浇灌速度;掺用具有补偿混凝土收缩功能的HE高效抗裂减水剂;加强混凝土振捣与养护;控制拆模时间。

[0060] 进一步,所述步骤七水沟及电缆槽施工方法包括:排水边沟与电缆沟槽同时在明

洞衬砌完成后施作;需要二衬台车退回转场需要的情况,水沟电缆槽可在台车退回后再行施工;盖板预制,沟槽采用架立定型钢模板立模,灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实;沟槽施工在拱、墙混凝土和仰拱填充施工完成后进行,施工水沟电缆槽;为使新旧混凝土结合密贴,对旧混凝土界面进行凿毛处理;水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架施工。

[0061] 结合上述的所有技术方案,本发明所具备的优点及积极效果为:本发明提供的隧道洞口明洞加固施工方法洞口开挖量小,加固效果好,成本低,既能保证易滑地层体的稳定性,又能保证隧道洞口施工的安全稳定性。本发明减少了对环境的破坏,有效的解决了隧道洞口进洞的难题,最大可能地实现了经济、合理、安全、高效,为隧道洞口明洞加固方法的设计提供了科学依据。以实例千担坡隧道方案选择做对比分析:

[0062] 方案一:隧道右线进口段YK76+797.5~YK76+817.5段,20m长度范围隧道按明洞施工。YK76+797.5~YK76+805段边坡采用1:1刷坡,YK76+805~YK76+817.5段上方按照1:0.5刷坡,并施做锚索框架梁防护。YK76+817.5~YK76+900段按照明洞施工,采用A89钢管进行地表注水泥浆,间距1m*1m,浆液有效扩散半径为0.6m,梅花型布置,注浆加固区为洞顶土体及隧道中线右侧衬砌边线外4m范围,隧道开挖线以内注浆至开挖轮廓线,其余注浆深度为嵌入基岩50cm。

[0063] 隧道明暗交界处施做超前支护采用一环30m长A108管棚间设A42超前小导管注浆;其余暗洞段施做T76L自进式锚杆加A42超前小导管注浆。

[0064] YK76+817.5~890段避免冲沟堆积体暴雨工况下顺土石界面下滑,于YK76+817.5~857右侧距开挖轮廓线外缘4m处平行线路设置抗滑桩板墙,截面尺寸为2.0*3.0,桩长25~30m,于YK76+857~900右侧距开挖轮廓线外缘4m处平行线路设置9根抗滑桩,截面尺寸为2.5*3.5m,桩长25m。

[0065] 方案二:YK76+797.5~YK76+900段全部按照明挖施工,然后施做单压明洞。

[0066] YK76+797.5~YK76+890左侧路堑深挖方边坡,设计边坡坡率1:0.3(根据此段岩体自然陡坡坡率取值),15m分级,平台宽度2m。坡面采用4*4m锚索框架梁加固防护。锚索长度及锚固力根据岩体破裂角 56° 、岩石与锚固体极限粘结强度标准值400KPa等地质参数经计算得来。锚索采用1860级高强度、低松弛钢绞线制作,每根锚索包含5根钢绞线。单根锚索施加的预应力为350KN。框架梁内的坡面采用挂A6.5钢筋网,喷C20混凝土10cm厚防护,框架内铁丝网四角及中心用A22砂浆锚杆(L=4m)固定。

[0067] 深挖路堑失稳与水有密切的关系,因此必须完善排水系统,保证地表水、地下水能迅速排出边坡范围之外。采取破顶截水沟、平台截水沟、急流槽等设施。地下水发育时,应设置仰斜式排水管(A10cmPVC管),间距宜为2~3m,确保地表径流、地下水能及时排除。

[0068] 方案三:为方案二的加强方案,在明挖边坡坡脚设一排2*3m抗滑桩,桩长28m,抗滑桩距离单压明洞净距22m。YK76+830~870段桩间距5m,其余地段间距6m,共计16根抗滑桩,以稳定坡脚,确保高边坡安全。

[0069] 方案优缺点比较:方案一预算金额1849.68万元。洞口浅埋、偏压段落较长,虽大部分采用回填反压及地表注浆加固后加强超前支护暗挖可以通过,但是地表注浆加固效果不好判定,且洞口段20m刷坡采用机械,工作面不足必须采用人工刷坡,工程量大,存在一定的施工风险,施工进度缓慢。在施工过程中,各工序必须衔接紧凑,稳步推进,实施后能长期保证运营安全。

[0070] 方案二预算金额1376.15万元。采用全明挖方案施工洞口浅埋偏压段落,可多工作面同时进行,施工速度较快,但存在64.6m高的高边坡挖方,安全风险高。若锚索框架梁施工存在质量缺陷,后期边坡坍塌落实冲击力较大,易影响明洞正常安全储备。

[0071] 方案三预算金额1677.16万元。方案三较方案二的基础上边坡高度降低约10m,且坡脚得到了有效稳固,边坡稳定性提高。

[0072] 综合造价因素、后期运营安全性及工程实施难易程度选用方案三作为千担坡隧道YK76+797.5~YK76+900偏压段施工方案。

附图说明

[0073] 图1是本发明实施例提供的隧道洞口明洞加固施工方法流程图。

[0074] 图2是本发明实施例提供的总体施工原理图。

[0075] 图3是本发明实施例提供的抗滑桩施工工艺流程图。

具体实施方式

[0076] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0077] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种隧道洞口明洞加固施工方法,下面结合附图对本发明作详细的描述。

[0078] 如图1所示,本发明实施例提供的隧道洞口明洞加固施工方法包括以下步骤:

[0079] S101,锚索、框架梁施工:施工放样;钻孔;锚索体制作及安装;锚固注浆;框架梁施工;锚具;锚索张拉及锁定、封锚。

[0080] S102,抗滑桩施工:抗滑桩施工;抗滑桩桩孔开挖;钢筋砼护壁;桩体钢筋笼的制作安装;桩芯砼灌注。

[0081] S103,隧道仰拱:仰拱钢筋内外层采用30×30mm等边角钢定位,并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块。

[0082] S104,偏压挡墙施工:采用挖掘机及人工配合进行挖基槽土方开挖;挡墙基础;现浇砼基础;现浇墙身砼。

[0083] S105,衬砌模板:台车定位;衬砌钢筋;混凝土施工;拆模及养护。

[0084] S106,隧道结构防排水:隧道防排水;止水带施工;止水条施工;施工缝、变形缝施工;防止衬砌防裂。

[0085] S107,水沟及电缆槽施工:沟槽采用架立定型钢模板立模,人工灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实;水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架施工。

[0086] 下面结合具体实施例对本发明作进一步描述。

[0087] 1、工程简介

[0088] 1.1工程概况

[0089] 千担坡隧道位于重庆市黔江区千担坡镇关后村,隧道右线起终点为:YK76+797.5~YK77+151.5,上坡2.6%,右线全长354米,为短隧道。隧址区属构造侵蚀中低山沟谷切割地貌,进洞口一侧受冲沟切割,地形陡峭,坡向265°,坡角40~55°,坡度大;YK76+797.5~

YK76+900段地形与隧道洞轴线斜交,存在地形严重偏压,该段隧道最大埋深约为16.2m,最浅埋深2.3m。洞身段YK76+860-900发育有走向约250°的冲沟。隧址区进口一带植被较发育,山顶大部分基岩裸露倒悬。

[0090] YK76+797.5~YK76+900段全部按照明挖施工,然后施做单压明洞。

[0091] YK76+797.5~YK76+890左侧路堑深挖方边坡为2级边坡,设计边坡坡率1:0.3(根据此段岩体自然陡坡坡率取值),15m分级,平台宽度2m。坡面采用4*4m锚索框架梁加固防护。锚索长度为16m、20m、23m。锚索采用1860级高强度、低松弛钢绞线制作,每根锚索包含6根钢绞线。单根锚索施加对的预应力为400KN。框架梁内的坡面采用挂 $\phi 6.5$ 钢筋网,喷C20混凝土10cm厚防护,框架内铁丝网四角及中心用 $\Phi 22$ 砂浆锚杆(L=4m)固定。

[0092] 明挖边坡坡脚设一排2×3m抗滑桩,桩长28m,桩间距(中-中)5m,共计16根抗滑桩,以稳定坡脚,确保高边坡安全。桩顶设置4.0m边坡平台,并设置平台截水沟。桩头一下3m处设置两排20m-18m长的预应力锚索,锚索施加200KN预应力,张拉锁定值为230KN。

[0093] 2、施工方案

[0094] 2.1总体方案

[0095] 千担坡隧道右线进口YK76+797.5-YK76+890段为V级围岩浅埋偏压。该段隧道全部按照明挖施工,然后施做单压明洞。隧道左侧路堑为2级边坡,边坡采用锚索框架梁防护形式,坡脚设置一排抗滑桩。

[0096] 施工总体思路是先对偏压隧道明挖段边坡进行锚索框架梁防护,再施工坡脚抗滑桩及偏压挡墙,最后再对隧道明洞二衬进行施工并回填。

[0097] 2.1.1总体施工流程(见图2)

[0098] 2.1.2锚索框架梁施工

[0099] 2.1.2.1工作原理

[0100] 预应力锚索是通过对锚索施加张拉力以加固岩土体使其达到稳定状态或改善内部应力状况的支挡结构,锚索是一种主要承受拉力的杆状构件,它是通过钻孔及注浆体将钢绞线固定于深部稳定地层中,在被加固体表面对钢绞线张拉力产生预应力,从而达到施加固体稳定或限制其变形的目的。

[0101] 2.1.2.2锚索框架梁施工顺序

[0102] (1)做好地表截、排水设施后,边坡自上而下分层开挖,开挖一级防护一级。

[0103] (2)每一层开挖完毕后,立即施工坡面锚索:定位、造孔、锚索安装、灌浆、张拉。然后进行下一分层石方开挖施工。

[0104] (3)每一级坡面开挖完毕后,绑扎制作钢筋笼,现浇框架梁。

[0105] (4)锚索框架梁加固时,按相关技术要求对锚索进行张拉。

[0106] (5)每一级全部施工完毕后,进入下一分级循环。

[0107] 2.1.2.3锚索、框架梁施工

[0108] 预应力锚索施工按钻孔、编索、灌浆、预应力张拉、封锚五大主要工序依次进行。

[0109] 预应力锚索施工流程:施工准备→锚孔钻造→锚索制安→锚孔注浆→框架梁施工→锚孔张拉锁定→验收封锚。其主要施工环节有两个:一是锚孔成孔,锚孔成孔的技术关键是如何防止孔壁坍塌、卡钻;二是锚孔注浆,注浆的技术关键是如何将孔底的空气、岩(土)沉渣和地下水排出孔外,保证注浆饱满密实。

[0110] 锚索锚孔孔径为 $\Phi 130\text{mm}$,锚索材料采用高强度低松弛 $\Phi 15.2$ 的预应力钢绞线,钢绞线强度 $R_b=1860\text{MPa}$;并采用与其配套的锚具系列,锚孔内灌注M40水泥(砂)浆,灌浆压力应不小于 1.0MPa 。水泥采用P042.5级普通硅酸盐水泥。

[0111] (1) 施工放样

[0112] 根据工程立面图,按设计将锚孔位置准确测放在坡面上。如遇既有刷方坡面不平整或特殊困难场地时,需经设计监理单位认可,在确保坡体稳定和结构安全的前提下,适当放宽定位精度或调整锚孔定位。

[0113] (2) 钻孔

[0114] 岩层中采用潜孔钻机成孔;在岩层破碎或松软饱水等易于塌缩孔和卡钻埋钻的地层中施工,必要时采用跟管钻进技术。

[0115] 钻机就位锚孔钻进施工,搭设满足相应承载能力和稳固条件的脚手架,根据坡面测放孔位,准确安装固定钻机,并严格认真进行机位调整,确保锚孔开钻就位纵横误差满足规范要求。

[0116] 钻孔要求须采用干钻,禁止采用水冲钻进,确保锚索施工不致于恶化边坡岩体的工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。钻孔速度根据使用钻机性能和锚固地层控制,防止钻孔扭曲和变径,造成下锚困难或其它意外事故。

[0117] 钻进过程中对每个孔的地层变化、钻进状态(钻压、钻速)等情况作好施工记录。如遇坍塌体地层松散、破碎时,应采用套管跟进的钻进技术,使钻孔完整不坍;如遇塌孔缩孔等不良钻进现象时,立即停钻,及时进行固壁灌浆处理(灌浆压力 $0.1\sim 0.2\text{MPa}$),待水泥砂浆初凝后,重新扫孔钻进。

[0118] 钻孔孔位、孔深、斜度符合设计要求。为确保锚孔直径,要求实际使用钻头直径不得小于设计孔径。孔位误差不得超过 $\pm 100\text{mm}$,孔径允许偏差 $0\sim 10\text{mm}$ 。为确保锚孔深度,孔深不小于设计孔深,锚索长度允许偏差 $0\sim 100\text{mm}$,锚索的钻孔斜度(倾角)允许偏差 $\pm 1^\circ$ 。

[0119] 钻进达到设计深度后,不能立即停钻,要求稳钻 $1\sim 2$ 分钟,防止孔底尖灭、达不到设计孔径。在钻孔完成后,使用高压空气(风压 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$)将孔内岩粉及水体全部清除出孔外,以免降低水泥砂浆与孔壁岩土体的粘结强度。除相对坚硬完整之岩体外,不得采用高压水冲洗。若遇锚孔中有承压水流出,待水压、水量变小后方可下锚筋与注浆,必要时在周围适当部位设置排水孔处理。

[0120] 锚孔钻造结束并经现场监理工程师检验合格后,进行下道工序。孔径、孔深检查一般采用设计孔径、钻头和标准钻杆在现场监理旁站的条件下验孔,要求验孔过程中钻头平顺推进,不产生冲击或抖动,钻具验送长度满足设计锚孔深度,退钻要求顺畅,用高压风吹验不存明显飞溅尘碴及水体现象。同时要求复查锚孔孔位、倾角和方位,全部锚孔施工分项工作合格后,即可认为锚孔钻造检验合格。

[0121] (3) 锚索体制作及安装

[0122] 安装前,要确保每根钢绞线顺直,不扭不叉,排列均匀,除锈、除油污,对有死弯、机械损伤及锈坑处剔出。锚索在锚固段,锚索束必须进行清污、除污处理,必须包裹导向帽。每隔 1.5m 设置一个对中支架,使锚索居中;自由段锚索束应涂专用防腐油脂,外套 $\Phi 22\text{mm}$ 的聚乙烯塑料管,套管两端 $10\sim 20\text{cm}$ 长度范围内用黄油充填,外绕工程胶布固定。张拉段锚索束应涂防腐剂。

[0123] 锚索的防锈、防腐处理应满足公路路基支挡结构设计规范中提出的各项技术要求。锚头顶面必须与锚索轴线垂直。

[0124] 安装锚索体前再次认真核对锚孔编号,确认无误后再用高压风吹孔,人工缓缓将锚索体放入孔内,用钢尺量出孔外露出的钢绞线长度,计算孔内锚索长度(误差控制在50mm范围内),确保锚固长度。

[0125] (4) 锚固注浆

[0126] 将自由段涂满防锈油,套上波纹管,管内注满环氧树脂,并严格封闭两端,一次将锚索的锚固段和张拉段注满,不能留空隙。砂浆经试验比选后确定施工配合比。实际注浆量一般要大于理论的注浆量,或以锚具排气孔不再排气且孔口浆液溢出浓浆作为注浆结束的标准。

[0127] 放入锚索束后应及时灌注M40水泥(砂)浆,注浆采用孔底注浆法,中途不得停浆,注浆压力不小于1.0Mpa,砂浆灌注应饱满密实。第一次注浆完毕,水泥砂浆凝固收缩后,孔口应进行补浆,注浆材料宜选用水灰比0.45~0.5的纯水泥浆。注浆浆液应搅拌均匀,随搅随用,并在初凝前用完。

[0128] 注浆结束后,将注浆管、注浆枪和注浆套管清洗干净,施工过程中,做好注浆记录。

[0129] (5) 框架梁施工

[0130] ①材料要求

[0131] 框架梁和垫墩采用C30混凝土现浇。

[0132] 钢筋:I级筋采用HPB300 ϕ 10、HPB300 ϕ 10 ϕ 8;II级筋采用HRB400 ϕ 22、HRB400 ϕ 16

[0133] ②框架梁施工

[0134] 框架梁使用C30混凝土现场立模现浇施工。框架梁截面采用纵梁、横梁矩形截面400*400mm。

[0135] 每隔20m设一道伸缩缝,缝宽2cm,缝内填塞沥青麻筋。

[0136] 框架梁在节点中心预埋PVC管,直径由锚索钻孔直径确定。当钢筋与预留位置冲突时,调整钢筋间距保证锚索预留孔位的准确。

[0137] (6) 锚具

[0138] 锚具工作台采用C30混凝土浇筑,与横梁同时浇筑成整体,不能采用预制件。锚具工作台台面以下3cm处增设一层 ϕ 6钢筋网(20 $\times$ 20cm),并设3根 ϕ 6.5钢筋垂直工作面布置加强平台与框架的联结,长10~30cm。

[0139] 锚具底座顶面(斜托面)与钻孔轴线应垂直,确保锚索张拉时千斤顶出力与锚索在同一轴线上。

[0140] 在锚孔周围钢筋较密集,砼浇注要仔细振捣,保证质量。

[0141] (7) 锚索张拉及锁定、封锚

[0142] 锚索张拉须在孔内砂浆及外锚头等达到设计强度后进行。每孔由5束直径15.2mm的高强度低松弛、抗拉强度不低于1860MPa的钢绞线组成。首先通过现场张拉试验,确定张拉锁定工艺。锚索的张拉及锁定分级进行,严格按照操作规程执行。从锚具量起,留出长5~10cm钢绞线,其余部分截去,须用机械切割,严禁电弧烧割。最后用水泥净浆注满锚垫板及锚头各部分空隙,然后对锚头采用C30砼进行封锚,防止锈蚀和兼顾美观。

[0143] 采用配套张拉设备,其中辅助用的垫墩和斜托必须严格控制,按设计及规范要求施工,垫墩浇筑尺寸不得与设计值偏差1cm~2cm,其强度必须达到90%以上方可使用。(如遇垫墩下面悬空,应采用C30片石混凝土浇筑回填或直接用垫墩混凝土浇筑),斜托必须在其强度达到90%以上方可使用。锚垫板和螺旋筋,必须选用同锚具配套的产品。待锚索砂浆强度达到70%以上,方可进行预应力张拉。

[0144] 张拉时,加载速率不宜太快,宜控制在设计预应力值的0.1/min左右,达到每一级张拉应力的预定值后,应使张拉设备稳定一定时间,在张拉系统出力值不变时,确信油压表无压力向下漂移后再进行锁定。卸荷速率宜控制在设计预应力值的0.2/min左右。锚具回缩等原因造成的预应力损失采用超张拉的方法加以克服,本工程项目锚索超张拉力为锚索设计拉力值的1.1倍。锚索张拉应分两次逐级张拉,第一次张拉值应为总张拉力的70%,两次张拉间隔时间不宜小于3~5天。自由段为岩层时,超张拉值宜为10~15%。按对称张拉原则进行,必须待每根绞线张拉完一级后方可进行下一级的张拉。依次按此进行,直至张拉吨位。每次分级张拉时,除第一级需稳定10~15分钟外,其余每一级需要稳定2~5分钟,并对锚索伸长及受力情况做好记录,核实伸长与受力值的相符性。张拉时钢绞线受力要均匀。并做好分级绞线的标记。在张拉时,应采用张拉系统出力与锚索体伸长值来综合控制锚索应力,当实际伸长值与理论值差别较大时,应暂停张拉,待查明原因并采用相应措施后方可进行张拉。锚索按从下到上的顺序进行张拉、锁定、封锚。

[0145] 张拉到位后,即锁定。锚索在张拉锁定后即进行张拉段灌浆。灌浆压力不宜小于

[0146] 1.0MPa;结束标准,实际耗浆量大于理论耗浆量,回浆比重不小于进浆比重,且孔内不再耗浆。

[0147] 对比进、回浆比重,回浆比重达到进浆比重开始计算并浆时间,检查核实耗浆量,确认灌浆结束前孔内不再耗浆。对于灌浆过程中出现的裂隙漏浆、持续耗浆等异常情况,采取封堵裂隙、延长并浆时间进行处理,直至符合要求。

[0148] 锚索在张拉锁定,并完成封孔灌浆后,钢绞线和工作锚进行清洗,将锚索外露钢绞线预留5cm长度,其余采用手持砂轮切割机切去,严禁电割、氧割,并应留 ≥ 10 cm以防滑脱。

[0149] 外锚头保护是锚索施工最后一道工序。锚索框架梁施工完成后,形成整体受力结构,并且所有检测(包括边坡变形检测)合格后,垫座混凝土凿毛处理,再切割锚具外超长部分钢绞线,最后用C30砼封锚保护锚头。

[0150] 预应力锚索应设置一定数量的测力计,以掌握锚索应力变化情况,测力计设置数量不少于该工点锚索孔数的5%,每工点不少于2孔。

[0151] 2.1.3抗滑桩施工

[0152] 2.1.3.1抗滑桩施工工艺(见图3)

[0153] 2.1.3.2抗滑桩桩孔开挖

[0154] 按设计跳孔开挖方式分二步依次进行开挖。由于井口地表并不平整,当井口土石方开挖1.6~1.7米后,根据设计的锁口尺寸在原地面下挖10CM,然后进行护壁和锁口钢筋的制作并及时进行模板安装,在井口模板的支护过程中用全站仪对其位置及桩口进行校核。井口浇注完毕后,立即将桩心十字轴线及标高投测到锁口护壁砼上,作为桩孔施工的桩心、垂直度、深度控制的依据。同时要在井口四周挖好排水沟,设置地表截、排水及防渗设施;雨季施工期间,应搭设雨棚。备好井下排水、通风、照明设备。

[0155] 本项工程拟采用井字双排脚架配合固定卷扬机提升装置,提升设备必须有自锁装置。待井口混凝土强度达到70%后,方可进行提升设施及脚手架的安装。本工程地质条件复杂,按照设计要求,避免采用爆破方式。所以项目部拟定桩内土石方的开挖主要采用机械配合人工的方式,辅以电动或气动工具和抽水机械。

[0156] 具体操作如下:

[0157] (1) 土石方开挖主要采用人工开挖,辅以风镐风钻,先中间后周边,每节护壁均应检查中心点及几何尺寸,合格后才能进行下道工作。为保证施工安全,挖深超过6m后,要用鼓风机连续向孔内送风,风管口要求距孔底1m左右,孔内照明采用低压电源(36V、100W)的防爆灯,灯泡离孔底2.0m,并且是防水带罩的安全灯具。桩口周围设围护栏。每天操作工人下井前必须检测井底是否有有害气体,采用简单有效的办法把气体检测仪放入井底检测,以检测井底有害气体和孔井内是否缺氧,符合要求方准作业。操作时上下人员2小时轮换作业,桩孔上人员密切注视观察桩孔下人员的情况,使用对讲机通讯,互相响应,切实预防安全事故的发生。局部遇较大孤石时,采用周边钻心法,逐层剔除。

[0158] (2) 土石方运输:在孔口安装双排脚手架,尽可能使用电动提升机,电动提升机必须配有自锁装置,用吊桶人工提升到孔外指定地点堆放。在不具备使用电动提升机的时候,当使用绞架作为提渣设备时,应做好绞架的质量把关,控制好绞架安装质量。孔口四周必须设置护栏,护栏高度宜为1.20m。

[0159] (3) 本工程主要采用刚性爬梯,采用钢筋 Φ 12钢筋焊接而成,从孔顶直到孔底。

[0160] 当挖至基底设计标高时,及时通知设计单位、监理工程师对孔底土性进行鉴定,符合设计要求后及时封孔。

[0161] 2.1.3.3钢筋砼护壁

[0162] (1) 挖孔过程中每次护壁施工前必须检查桩身净空尺寸和平面位置、垂直度,保证桩身的质量;下一节开挖应在上一节护壁砼终凝并有一定强度后再进行,并且要先挖桩芯部位,后挖四周护壁部位。

[0163] (2) 为了施工安全,挖孔护壁采用C25钢筋砼结构,每掘进1.0米(若遇软弱层易塌方部位可根据模板规格减短进尺),及时进行护壁处理;施工护壁的程序是:首先按照设计要求安设护壁钢筋,经检查验收后安装护壁模板,然后根据桩孔中心点校正模板,保证护壁厚度、桩孔尺寸和垂直度,然后浇注护壁砼,上下护壁间应搭接50mm,且用小型振动棒进行振捣以保证护壁砼的密实度,浇筑护壁砼要四周同时均匀浇注,以防护壁模板位移。当砼达到一定强度(一般为24小时)后拆模,拆模后进行校正,对不合格部分进行修正,直至合格。依次循环类推进行挖孔施工;护壁混凝土的灌注,上下节必须连成整体,保证孔壁的稳固程度。钢筋混凝土护壁应当连续设置,护壁钢筋应当连续,下送混凝土时做到对称和四周均匀捣固,防止模板偏移。施工中,随时检查护壁受力情况,如发生护壁开裂、错位、孔下作业人员立即撤离,待加固处理后方可继续开工。

[0164] 2.1.3.4桩体钢筋笼的制作安装

[0165] 由于锚固桩施工的作业条件有限,钢筋自重太重,钢筋数量较多,以及工期和对工人施工安全和健康考虑,本工程钢筋加工采用锥螺纹套管连接工艺、井下安装的方式比较理想。

[0166] (1) 工艺流程

[0167] 切割下料→加工螺纹→安装塑料保护帽→做标识→分类堆放→钢筋吊装入井→井下安装钢筋笼。

[0168] (2) 切削下料

[0169] 对端部不直的钢筋要预先调直或用无齿锯切割,端面切口应与轴线垂直,不得有挠曲现象。对已经下料的钢筋要妥善放置,防止损坏端部。

[0170] (3) 加工螺纹

[0171] 加工的钢筋直螺纹丝头的牙形、螺距等必须与连接套的牙形、螺距一致,且经配套的量规检测合格。合格后再由专职质检员随机抽样检验,发现不合格的丝头时,应全部逐个检验,并切除所有不合格丝头,重新加工螺纹。验收合格后的丝头必须一端戴上保护帽,另一端拧紧连接套。

[0172] (4) 钢筋连接

[0173] 将已拧套筒的上层钢筋拧到被连接的钢筋上,而后转动连接钢筋或反拧套筒到预定位置,最后用扭力扳手按规定的扭矩值把接头拧紧,锁定连接套筒。对于不能转动的钢筋,可将锁定螺母和连接套筒预先拧入加长的螺纹内,再反拧入另一根钢筋端头螺纹上,最后用锁定螺母锁定连接套筒。

[0174] (5) 钢筋吊装与安装

[0175] 由于本工程的桩径截面大,钢筋配置多,重量较大,按照常规的井外制作吊装入井的方式将无法施工。由于桩体孔径较大,成型的钢筋笼不便于稳固和吊装,所以采用井上加工、井内安装的形式进行施工。

[0176] 另外考虑到钢筋笼的自重过大,钢筋笼接触桩底岩面的面积又小,为了保证钢筋笼的位置稳定和避免钢筋笼的纵筋插入孔底基岩内,在井内安装钢筋笼时每隔2米的高度在护壁砼上预埋一定数量的钢筋插筋,与钢筋笼进行连接固定,从而保证钢筋笼在井内的稳定性并起到一定的卸载作用。

[0177] (6) 待钢筋笼安装完成之后进行声测管的安装,每根抗滑桩安装4根声测管,声测管安装在抗滑桩长边侧,距中轴线1m长。

[0178] 2.1.3.5 桩芯砼灌注

[0179] 当钢筋检查验收合格后,立即进行桩芯砼浇注。

[0180] (1) 准备:砼桩芯浇注前准备工作十分重要,对桩芯砼质量关系很大,此工作必须认真。

[0181] 准备工作内容如下:

[0182] 砼配合比确定,设计要求桩芯砼为C30,坍落度6~8cm,为了确保渗水大时也能浇筑,在设计配合比时,应同时设计二种配合比,即常规砼配合比和水下砼配合比。

[0183] 提前4小时做好作业桩护壁渗水堵截工作。

[0184] 检查电气、机械、工具等,搭设溜槽及串筒。

[0185] (2) 砼运输:

[0186] 本工程采用自拌砼浇注桩芯,通过汽车泵送砼至现场。

[0187] (3) 砼下料:串筒下料,砼还未下料前,应对孔底水再次处理,方法将积水装入吊桶,并在不关闭电源情况下,将潜水泵提出到井面,每桩内准备好一包干水泥迅速撒在孔底扫匀,此时等候在井面砼立即快速下料,要求砼下料集中快速,串筒离砼面不大于2m。

[0188] (4) 砼振捣: 桩内砼应使用插入式振动器分层振捣, 除孔底800mm为第一振捣层外, 其它均以500mm为一振捣高度层, 边灌注边分层振捣密实, 直至桩顶, 以保证砼的密实度。振捣手必须选派经验丰富工人担任, 当砼桩浇至设计桩顶标高时, 应根据浮浆厚度确定砼浇注后标高。当砼表面无浮浆时, 砼灌注最终标高为设计桩顶标高加100即可, 当砼表面有浮浆时, 应扣除浮浆厚度, 桩顶砼在初凝前抹压平整, 表面如有浮浆层要凿除以保证与上部承台连接良好。

[0189] (5) 灌注桩身砼的注意事项:

[0190] ①灌注砼不得在孔口抛铲或倒车卸入

[0191] ②灌注过程中, 砼表面不得有超过50mm厚的积水, 否则, 必须排除积水后才能继续灌注砼。

[0192] ③灌注桩身砼时要留置试块, 每根桩一组。

[0193] ④如果桩井内有积水应将积水排除干净。在浇注前砼输送、料斗、导管、振捣器必须安装到位并检查砼输送管路是否松动漏水等, 发现后及时解决, 以保证混凝土的浇注质量。对配料机的配料计量要认真标定, 以免出现误差。

[0194] ⑤混凝土必须严格按实验室给定的施工配合比配料, 搅拌时间不得低于2分钟, 混凝土通过泵送系统到达孔口必须通过漏斗, 串筒或导管进入浇注作业面, 由井下操作人员用插入式振动棒将砼分层振捣密实, 每层高度不超过50cm, 插入形式为垂直式间距50cm, 快插慢拔。若桩截面过大, 还应考虑用两台振动棒对砼进行振捣。每根桩要求一次性连续浇注完毕。整桩浇注完毕后, 在桩顶铺草袋洒水养护。

[0195] ⑥砼开始灌注接近钢筋骨架底部时, 要控制灌注速度, 以减少砼对钢筋骨架的冲击, 避免钢筋笼上浮。

[0196] ⑦砼灌注高度应超出桩顶标高10cm。

[0197] ⑧桩身混凝土强度达到设计要求的75%, 方可开挖相邻桩序, 严禁超前开挖土石方后施工桩。

[0198] 2.1.4隧道仰供

[0199] 待抗滑桩施工完成后进行仰拱开挖, 仰拱开挖后, 将隧底的杂物清理干净, 经基底检查合格后, 根据设计图纸, 在隧道钢筋加工棚内将钢筋加工完成, 采用人工配合装载机将钢筋运至施工现场, 在施工现场安装。仰拱钢筋内外层采用30×30mm等边角钢定位, 钢筋采用主筋 $\Phi 20$ 钢筋、分布筋 $\Phi 14$ 钢筋、箍筋 $\Phi 8$ 钢筋, 钢筋间距200×200mm, 并在钢筋下部梅花形布置4.95cm高的砂浆垫块, 保证钢筋保护层。

[0200] 仰拱砼施工时, 先浇筑仰拱防水砼, 砼要严格按照批复的配合比拌制, 浇筑采用砼溜槽浇筑, 要注意对砼的及时振捣, 且不得出现过振、漏振等现象。砼浇筑要连续, 无特殊情况严禁中途停止。如因固停止, 要及时的对砼接茬部位进行人工凿毛, 并插入适量的预留钢筋。拱圈砼在浇筑完成初凝后再进行填充的浇筑, 在浇筑填充砼时要注意将行车线两侧的排水沟、电缆沟等位置砼不得侵入。砼浇筑完成后要及时养护, 仰拱砼的养护可采用履盖土工布(膜)浇水养护, 养护时间不得小于7天。

[0201] 2.1.5偏压挡墙施工

[0202] (1) 本工程挖基槽土方采用挖掘机及人工配合进行开挖。挖基配合墙体施工分段进行, 先测量放线, 定出开挖边线, 起点及终点, 设立桩标, 注明高程及开挖深度, 用1m³反铲

挖掘机开挖,多余的土方装车外运弃土。在施工过程中,应根据实际需要设置排水沟及集水坑进行施工排水,保证工作面干燥以及基底不被水浸。

[0203] (2)挡墙基础挖到设计标高后必须测定基地承载力,基础必须落在坚硬的岩石上且基地承载力不得小于0.35Mpa。当挖基发现软土层时,需进行换土处理,报请监理工程师及业主批准后,方进行施工。

[0204] (3)现浇砼基础:按挡土墙分段长,整段进行一次性浇灌,在清理好的垫层表面测量放线,立模浇灌。

[0205] (4)现浇墙身砼:现浇砼挡土墙与基础的结合面,应按施工缝处理,即先进行凿毛,将松散部分的砼及浮浆凿除,并用水清洗干净,然后架立墙身模板,砼开始浇灌时,先在结合面上刷一层水泥浆再浇灌墙身砼。

[0206] 墙身模板采用光面竹胶板拼装,竖枋用5×10cm枋间距为40cm,用钢管作围楞,用5×10cm的木枋作斜撑进行支撑,侧模用Φ16的螺栓对拉定位,螺栓间距为80cm,螺栓穿孔可采用内径为20-25cm的硬塑料管,拆模时,将螺栓拔出,再用1:2水泥砂浆堵塞螺栓孔,墙身模板超过4米高采用二次立模的办法。当砼落高大于2.0m时,要采用串筒输送砼入仓,或采用人工分灰,避免砼产生离析。砼由拌合站,用砼运输车运至现场,混凝土输送泵进行浇灌,砼浇灌从低处开始分层均匀进行,分层厚度一般为30cm,采用插入式振捣器振捣,振捣棒移动距离不应超过其作用半径的1.5倍,并与侧模保持5-10cm的距离,切勿漏振或过振。在砼浇灌过程中,如表面泌水过多,应及时将水排走或采取逐层减水措施,以免产生松顶,浇灌到顶面后,应及时抹面,定浆后再二次抹面,使表面平整。

[0207] 泄水孔的处理:挡土墙泄水孔为Φ110mm的PVC管,纵向每隔2m预埋一根。

[0208] 2.1.6衬砌模板

[0209] 隧道衬砌采用液压衬砌台车,通过调整液压杆件,使模板正确对位。模板台车接头加硬橡胶间隙带,以防止二衬混凝土灌注段施工接头处漏浆。拱、墙二衬混凝土整体灌注。

[0210] 2.1.6.1台车定位

[0211] 模板衬砌台车必须按照隧道内净空尺寸进行设计与制造,钢结构及钢模必须具有足够的强度、刚度和稳定性。衬砌台车经施工单位会同监理单位验收合格后方可投入使用。千担坡隧道模板台车设计长12m,台车定位借助测量仪器,要用全站仪将隧道衬砌中心线测出,并用钢钉钉点做好标记,找出衬砌台车的中心,用吊垂找出台车中心线与衬砌中心线的偏差后进行调整,直至两中心线重合。再用水平仪测出衬砌台车中心顶面的标高,算出与衬砌中心顶面标高的差值后调整高度。分别测出左右两个脚点的方位,与设计方位对比,找出差值后进行调整。至此,台车的位置就定位完成。将台车的支撑螺旋杆全部撑开并扭紧,每根螺旋杆必须都由专人负责检验,以防松动(砼浇筑过程中也要不定时的进行检验)。绑扎钢筋完毕后用钢模板将台车端头封闭,封闭后的端头要密合,不能出现较大的缺口,要保证砼施工过程中,外模及堵头模板不漏浆。

[0212] 2.1.6.2衬砌钢筋

[0213] 钢筋加工弯制前应调直,并将表面油渍、水泥浆和浮皮铁锈等均应清除干净;加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕;利用冷拉方法矫直伸长率:I级钢筋不得超过2%,II级钢筋不得超过1%,III级钢筋不超过0.5%。

[0214] (3)钢筋接头应设置在承受应力较小处,并应分散布置。配制在“同一截面”内受力

钢筋接头的截面面积,占受力钢筋总截面面积的百分率,应符合设计要求。当设计未提出要求时,应符合下列规定:

[0215] ①焊(连)接接头在受弯构件的受拉区不得大于50%,轴心受拉构件不得大于25%;

[0216] ②在构件的受拉区,绑扎接头不得大于25%,在受压区不得大于50%;

[0217] ③钢筋接头应避开钢筋的弯曲处,距离弯曲点的距离不得小于钢筋直径的10倍。

[0218] ④在同一根钢筋上应少设接头。“同一截面”内,同一根钢筋上不得超过一个接头。

[0219] (4)采用电弧焊焊接,单面搭接焊,其搭接长度不得小于10d,双面搭接焊,其搭接长度不得小于5d,焊缝宽度不小于0.8d且不小于10mm,焊缝高度不小于0.3d且不小于4mm。

[0220] 2.1.6.3混凝土施工

[0221] 衬砌混凝土按项目部试验室提供的配比拌制,外加剂按规定量掺入;混凝土通过模板上预留的灌注窗口,自下而上,从两端水平分层对称浇注,边浇注边捣固,每浇注层厚不超过40cm,相邻两层浇注时间不超过1.5小时,确保上下层混凝土在初凝前结合好,不形成施工冷缝,混凝土浇注过程中垂直自由下落高度不超过2m,捣固采用附着式振捣器和插入式振捣器,捣固由专人负责,保证混凝土衬砌内实外光。

[0222] 混凝土灌注结束12小时后即应从堵头板处浇水养护。拆模后及时进行洒水养护,养护时间不少于14天。

[0223] 2.1.6.4拆模及养护

[0224] (1)二次衬砌拆模时间应符合下列规定:

[0225] ①在初期支护变形稳定后施工的,二次衬砌混凝土强度应达到8.0MPa以上。

[0226] ②初期支护未稳定,二次衬砌提前施作时混凝土强度应达到设计强度的100%以上。

[0227] ③特殊情况下,应根据试验及监控量测结果确定拆模时间。

[0228] (2)混凝土浇筑完毕后的12小时以内开始对混凝土进行养护,混凝土养护的最低期限应符合表4的要求,且养护不得中断。混凝土养护期间,混凝土内部温度与表面温度之差、表面温度与环境温度之差不宜大于20℃,养护用水温度与混凝土表面温度之差不得大于15℃。浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态。当环境气温低于5℃时不应浇水。

[0229] 二次衬砌混凝土拆模后,采用自动喷淋养护台车进行养生,养护台车各种安全警示设置齐全,识别明显。

[0230] 2.1.7隧道结构防排水

[0231] 隧道结构防排水采取“防、排、截、堵相结合,因地制宜,综合治理”的原则,采取切实可行的施工措施,达到一级防水标准,二次衬砌结构不允许渗水,二次衬砌结构表面无湿渍。

[0232] 2.1.7.1隧道防排水

[0233] 千担坡隧道进口段在明洞施工的同时在靠近边坡侧埋设A200纵向排水管,通过纵向排水管将山体渗水排入到隧道水沟,明洞拱墙背墙满铺两层350g/m²无纺布夹一层1.5mm厚EVA(两布一板)作为防水层,泄水孔采用116/100mm无孔波纹管,并与纵向A200打孔波纹管采用三通连接,纵向波纹管用无纺布包裹防堵塞。

[0234] 2.1.7.2止水带施工

[0235] 止水带施工中采用泡沫塑料对止水带进行定位,避免其在混凝土浇筑过程中发生移位。浇筑混凝土时注意避免混凝土中的尖角石子和锐利的钢筋刺破止水带。在二次衬砌混凝土浇筑后的12小时内,拆除堵头模板,然后用钢丝刷将接缝处的混凝土刷毛,并将接缝处清理干净。在下组混凝土浇筑前先将接缝混凝土洒水润湿,然后刷水泥浆两道,30分钟后可以浇筑混凝土。止水带全环施作,接头搭接长度不小于30cm。

[0236] 2.1.7.3止水条施工

[0237] 在先浇筑混凝土初凝后、终凝前,根据止水条规格在混凝土基面中间压磨出一条平直、光滑槽。拆除混凝土模板后,凿毛施工缝,用钢丝刷清除去界面上的浮渣,并涂2-5mm厚的水泥浆,待其表面干燥后,用配套的粘结剂或水泥钉固定止水条,再浇筑下一环混凝土。止水条接头处应重叠搭接后在粘结固定,搭接长度大于50mm。

[0238] 2.1.7.4施工缝、变形缝施工

[0239] 明洞衬砌环向施工缝设中埋式橡胶止水带,纵向施工缝处设涂刷混凝土界面剂+中埋橡胶止水条,变形缝处设中埋橡胶止水带及塞填材料。

[0240] 2.1.7.5防止衬砌防裂措施

[0241] 引起衬砌开裂有多种原因,主要有结构受外力开裂,混凝土收缩、温度应力、初期支护约束变形、养护和拆模施工不当产生的裂缝,总之,从开挖、治水、支护到衬砌施工均存在开裂因素,将采取综合措施,防止衬砌开裂。

[0242] (1) 衬砌工序防开裂措施

[0243] ①采用衬砌台车衬砌,两侧对称浇灌,放慢浇灌速度,防止混凝土沉降不均产生裂缝。

[0244] ②掺用具有补偿混凝土收缩功能的HE高效抗裂减水剂。

[0245] ③加强混凝土振捣与养护,减少由于水化热及混凝土收缩原因产生的裂缝。

[0246] ④控制拆模时间,防止混凝土表面拉裂。

[0247] 2.1.8水沟及电缆槽施工

[0248] 排水边沟与电缆沟槽同时在明洞衬砌完成后施作;需要二衬台车退回转场需要的情况,水沟电缆槽可在台车退回后再行施工。盖板预制,沟槽采用架立定型钢模板立模,人工灌注混凝土,插入式振捣器捣固密实。

[0249] 沟槽施工在拱、墙混凝土和仰拱填充施工完成后进行,施工水沟电缆槽。为使新旧混凝土结合密贴,对旧混凝土界面进行凿毛处理。水沟、电缆槽及侧沟使用整幅移动模架施工,尺寸准确,棱角分明,线条顺畅,盖板安装平稳。

[0250] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

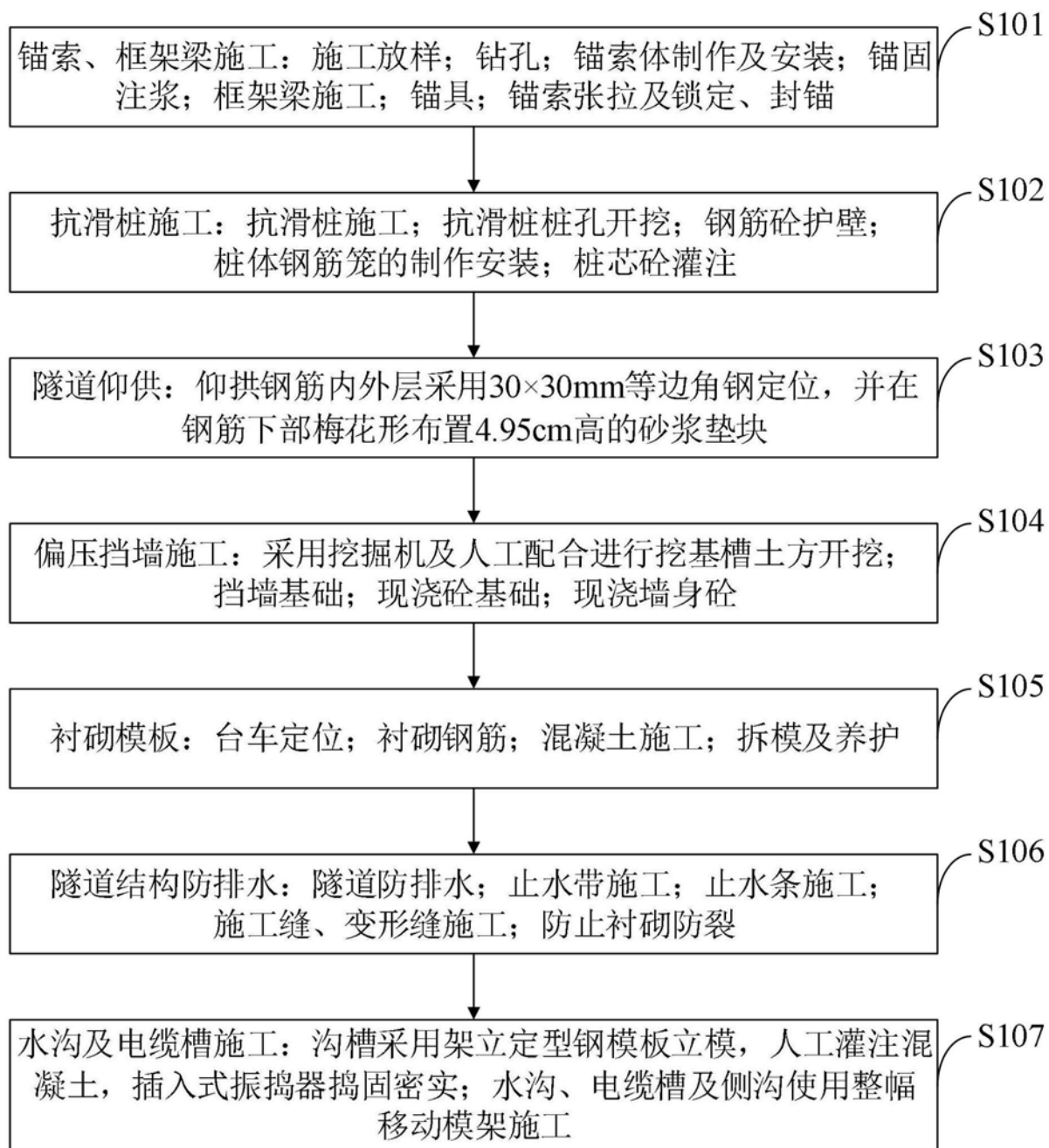


图1

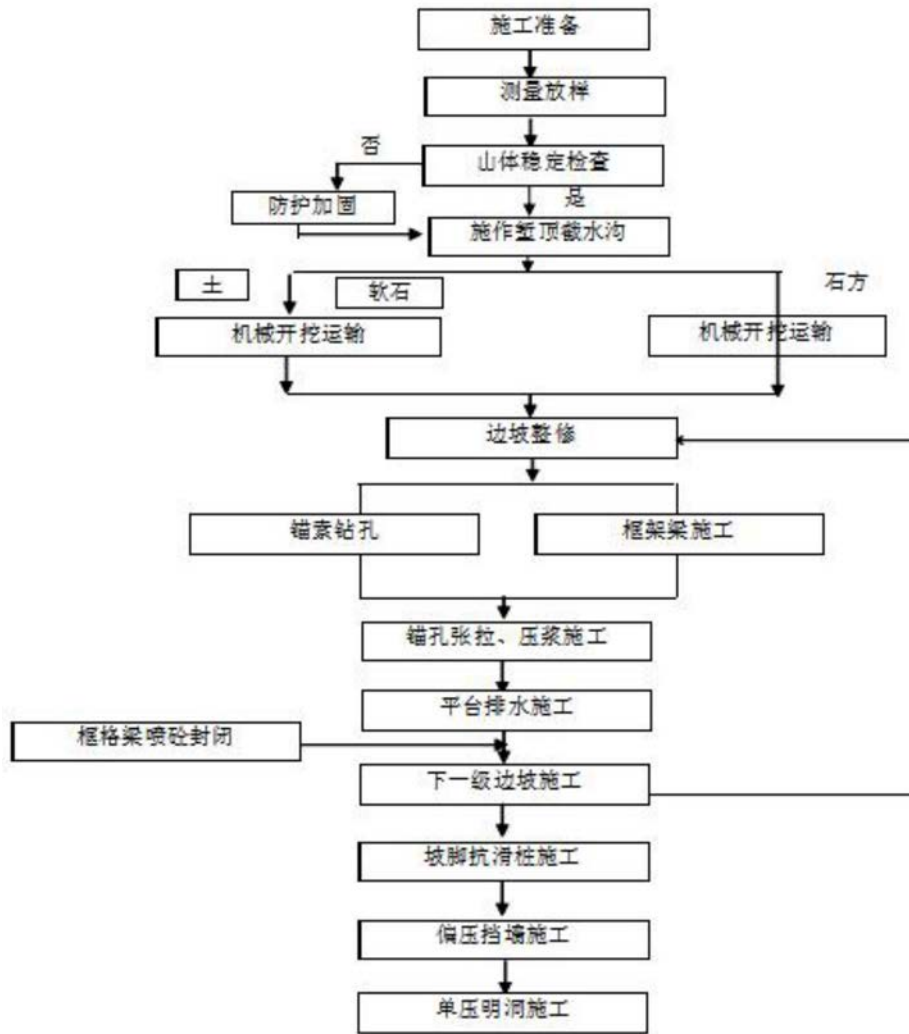


图2

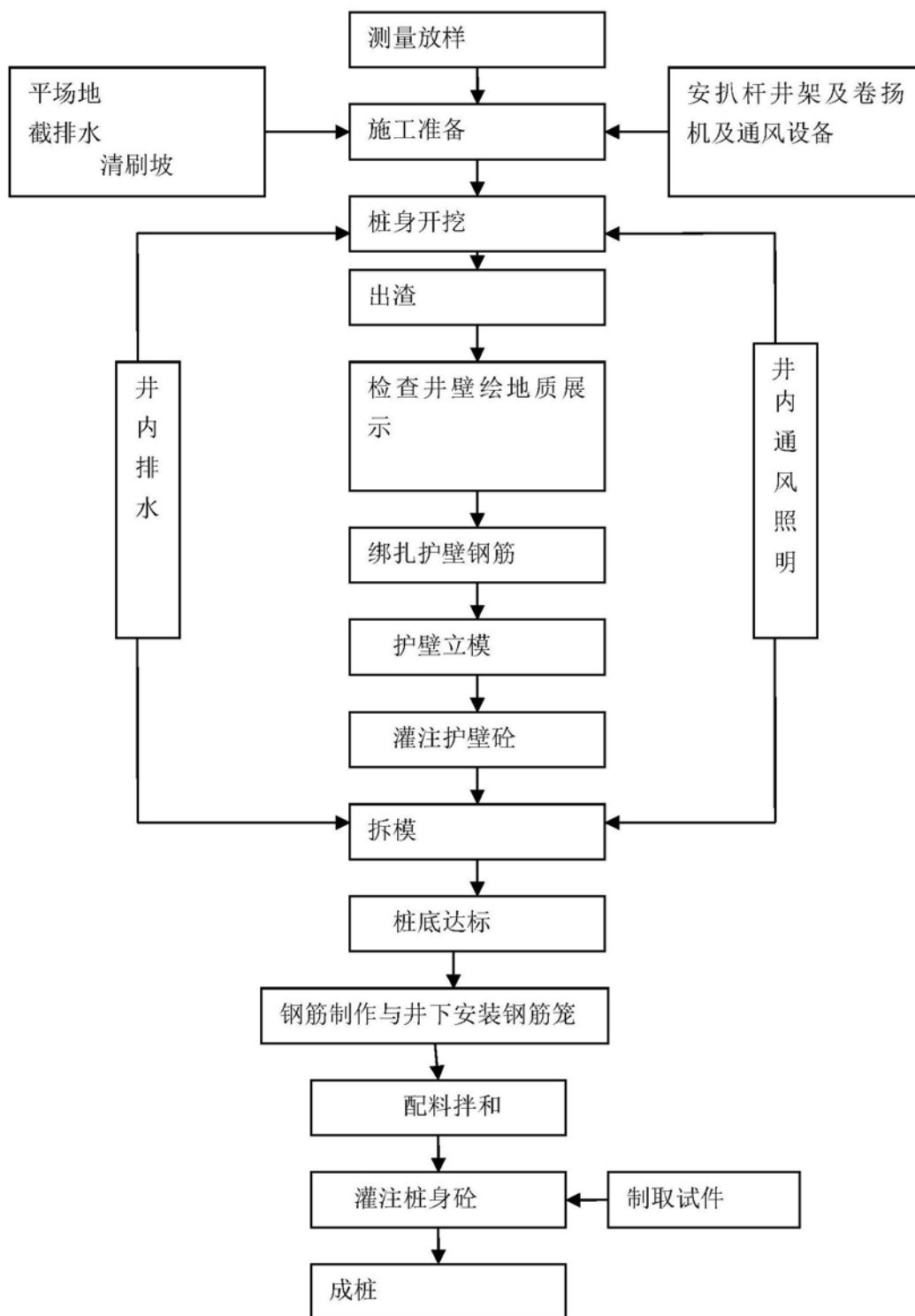


图3