



最新 水利水电工程 一级施工 实用技术与管理

主 编 刘文清

吉林人民出版社

最新水利水电工程 一级施工实用技术与管理

主编 刘文清

(第三卷)

吉林人民出版社

第十九章 水利水电工程一级施工 质量控制要点

第一节 土石方开挖工程

一、水工建筑物岩石基础开挖工程的质量控制要点

(一) 施工测量

(1) 施工测量资料应督促施工单位整理齐全, 主要内容包括:

1) 根据施工图纸和施工控制网点, 测量定线并按实际地形测放开口轮廓位置的资料; 在施工过程中, 测放、检查开挖断面及高程的资料。

2) 测绘(或搜集)的开挖前的原始地面线, 覆盖层资料, 开挖后的竣工建基面等纵、横断面及地形图。

3) 测绘的基础开挖施工场地布置图及各阶段开挖面貌图。

4) 单项工程各阶段和竣工后的土石方量资料。

5) 有关基础处理的测量资料。

(2) 开口轮廓位置和开挖断面的放样应保证开挖规格, 其精度应符合表 19-1 的要求。

表 19-1 放样点精度限值表

项 目	分 类	
	覆盖层	岩 石
平面(cm)	50	20
高程(cm)	25	10

(3) 断面测量应符合下列规定:

1) 断面测量应平行主体建筑物轴线设置断面基线, 基线两端点应埋标(桩)。正交于基线的各断面桩间距, 应根据地形和基础轮廓确定, 一般为 10

~15m。混凝土建筑物基础的断面应布设各坝段的中线、分缝线上;弧线段应设立以圆弧中心为准的正交弧线断面,其断面间距的确定,除服从基础设计轮廓外,一般应均分圆心角。

2)断面间距用钢卷尺实量,实量各间距总和与断面基线总长(l)的差值应控制在1/500以内。

3)断面测量需设转点时,其距离可用钢卷尺或皮卷尺实量。若用视距观测,必须进行往测、返测,其校差应不大于1/200。

4)开挖中间过程的断面测量,可用经纬仪测量断面桩高程,但在岩基竣工断面测量时,必须以五等水准测定断面桩高程。

(4)基础开挖完成后,应及时测绘最终开挖竣工地形图以及与设计施工详图同位置、同比例的纵横剖面图。竣工地形图及纵横剖面图的规格应符合下列要求:

1)原始地面(覆盖层和基岩面)地形图比例一般为1:200~1:1000。

2)用于计算工程量(覆盖层和基岩面)的横断面图,纵向比例一般为1:100~1:200,横向比例一般为1:200~1:500。

3)竣工基础横断面图纵、横比例一般为1:100~1:200。

4)竣工建基面地形图比例一般为1:200,等高距可根据坡度和岩基起伏状况选用0.2m、0.5m、或1.0m,也可仅测绘平面高程图。

(二)岩石基础开挖

(1)一般情况下,基础开挖应自上而下进行。当岸坡和河床底部同时施工时,应确保安全;否则,必须先进行岸坡开挖。未经安全技术论证和监理工程师批准,不得采用自下而上或造成岩体倒悬的开挖方式。

(2)为保证基础岩体不受开挖区爆破的破坏,应按留足保护层的方式进行开挖。在有条件的情况下,则应先采取预裂防震,再进行开挖区的松动爆破。当开挖深度较大时,可分层开挖。分层厚度可根据爆破方式、挖掘机械的性能等因素确定。

(3)基础开挖中,对设计开口线外坡面、岸坡和坑槽开挖壁面等,若有不安全的因素,均必须进行处理,并采取相应的防护措施。随着开挖高程下降,对坡(壁)面应及时测量检查,防止欠挖。避免在形成高边坡后再进行坡面处理。

(4)遇有不良的蒂质条件时,为了防止因爆破造成过大震裂或滑坡等,对爆破孔的深度和最大一段起爆药量,应根据具体条件由施工、地质和设计单位共同研究,另行确定,实施之前必须报监理工程师审批。

(5)实际开挖轮廓应符合设计要求。对软弱岩石,其最大误差应由设计和施工单位共同议定;对坚硬或中等坚硬的岩石,其最大误差应符合下列规定:

- 1)平面高程一般应不大于 0.2m。
- 2)边坡规格依开挖高度而异:
 - ①8m 以内时,一般应不大于 0.2m;
 - ②8~15m 时,一般应不大于 0.3m;
 - ③16~30m 时,一般应不大于 0.5m。

(6)爆破施工前,应根据爆破对周围岩体的破坏范围及水工建筑物对基础的要求,确定垂直向和水平向保护层的厚度。

爆破破坏范围应根据地质条件、爆破方式和规模以及药卷直径诸因素,至少用两种方法通过现场对比试验综合分析确定。若不具备对比试验条件时,爆破破坏范围可参照表 19-2 和类似工程实例确定。

(7)保护层的开挖是控制基础质量的关键,其垂直向保护层的开挖爆破,应符合下列要求:

表 19-2 保护层厚度与药卷直径的倍数关系

保护层名称	软弱岩石 $\sigma_{\text{压}} < 30\text{MPa}$ (300 kgf/cm ²)	中等坚硬岩石 $\sigma_{\text{压}} = 30 \sim 60\text{MPa}$ (300~600 kgf/cm ²)	坚硬岩石 $\sigma_{\text{压}} > 60\text{MPa}$ (600 kgf/cm ²)
垂直保护层	40	30	25
地表水平保护层	200~100		
底部水平保护层	150~75		

1)用大孔径、大直径药卷爆破留下的较厚保护层,距建基面 1.5m 以上部分仍可采用中(小)孔径及相应直径的药卷进行梯段毫秒爆破。

2)对于中(小)直径药卷爆破剩下的保护层厚度,仍应不小于规定的相应药卷直径的倍数,并不得小于 1.5m。

3)紧靠建基面 1.5m 以上的一层,采用手风钻钻孔,仍可用毫秒分段起爆,其最大一段起爆药量应不大于 300kg。

(8)建基面上 1.5m 以内的垂直向保护层,其钻孔爆破应遵守下列规定:

- 1)采用手风钻逐层钻孔(打斜孔)装药,火花起爆;其药卷直径不得大于

32mm(散装炸药加工的药卷直径,不得大于 36mm)。

2)最后一层炮孔孔底高程的确定:

①对于坚硬、完整岩基,可以钻至建基面终孔,但孔深不得超过 50cm;

②对于软弱、破碎岩基,则应留足 20~30cm 的撬挖层。

(9)预裂缝可一次爆到设计高程。预裂爆破可以采用连续装药或间隔装药结构。爆破后,地表缝宽一般不宜小于 1cm;预裂面不平整度不宜大于 15cm;孔壁表层不应产生严重的爆破裂隙。

(10)廊道、截水墙的基础和齿槽等开挖,应做专题爆破设计。尤其对基础防渗、抗滑稳定起控制作用的沟槽,更应慎重地确定其爆破参数。

一般情况下,应先在两侧设计坡面进行预裂,尔后按留足垂直保护层进行中部爆破。若无条件采用预裂爆破时,则应按留足两侧水平保护层和底部垂直保护层的方式,先进行中部爆破,尔后进行光面爆破。沟槽中部的爆破应符合下列要求:

1)根据留足保护层后的剩余中部槽体尺寸决定爆破方式(梯段或拉槽)。

2)当能采用梯段爆破时,可参照规范(SL47—94 第 3.5.3 条和 3.5.4 条)规定,但最大一段起爆药量应不大于 500kg。邻近设计建基面和设计边坡时,不得大于 300kg。

3)当只能采用拉槽爆破时,可用小孔径钻孔、延长药包毫秒爆破,最大一段起爆药量应不大于 200kg。

4)当留足保护层后,其剩余中部槽体尺寸不能满足梯段或拉槽爆破时,则应参照 SL47—94 第 3.6.3 条规定控制。

当不采用预裂爆破和光面爆破的方式进行开挖时,则应用孔深不超过 1.0m 的电炮拉槽,尔后采用火花起爆逐步扩大。

(11)在建筑物及其新浇混凝土附近进行爆破时,必须遵守下列规定:

1)根据建筑物对基础的不同要求以及混凝土不同的龄期,通过模拟破坏试验确定保护对象允许的质点振动速度值(即破坏标准)。若不能进行试验时,被保护对象的允许质点振动速度值,可参照类似工程实例确定。

2)再通过实地试验寻求本工程爆破振动衰减规律,即利用不同药量、测距与相应各测点的质点振动资料,应用本章附录三中第 1 项的关系式求得。

3)采用本工程关系式和被保护对象所允许的质点振速值,规定相应的安全距离和允许装药量,并参照本章附录三附表 3.1 的格式列出。其中:近距离火炮爆破用火花起爆所求得的关系式计算;远距离毫秒爆破用毫秒起爆所求得的关系式计算。

4)若无条件执行上述规定时,则应参照本章附录三附表 3.1 中的规定执

行。

(12)在邻近建筑物的地段(10m以内)进行爆破时,必须根据被保护对象的允许质点振动速度值,按本工程实测的振动衰减规律严格控制浅孔火花起爆的最小装药量。当装药量控制到最小程度仍不能满足要求时,应采取打防震孔或其他防震措施。

(13)不得在灌浆完毕地段及其附近进行爆破,如因特殊情况需要爆破时,必须经监理总工程师和设计单位同意,方可进行少数量的浅孔火花爆破。并应对灌浆区进行爆前爆后的对比检查;必要时,还须进行一定范围的补灌。

(三)基础质量检查处理

(1)开挖后的建基轮廓不应有反坡(结构本身许可者除外);若出现反坡时,均应处理成顺坡。

对于陡坎,应将其顶部削成钝角或圆滑状。若石质坚硬,撬挖确有困难时,经监理工程师同意,可用密集浅孔装微量炸药爆除,或采取结构处理措施。

(2)建基面应整修平整。在坝基斜坡或陡崖部分的混凝土坝体伸缩缝下的岩基,应严格按照设计规定进行整修。

(3)建基面如有风化、破碎,或含有有害矿物的岩脉、软弱夹层和断层破碎带以及裂隙发育和具有水平裂隙等,均应用人工或风镐挖到设计要求的深度。如情况有变化时,经监理工程师同意,可使用单孔小炮爆破,撬挖后应根据设计要求进行处理。

(4)建基面附有的方解石薄脉、黄锈(氧化铁)、氧化锰、碳酸钙和粘土等,经设计、地质人员鉴定,认为影响基岩与混凝土的结合时,都应清除。

(5)建基面经锤击检查受爆破影响震松的岩石,必须清除干净。如块体过大时,经监理工程师同意,可用单孔小炮炸除。

(6)在外界介质作用下破坏很快(风化及冻裂)的软弱基础建基面,当上部建筑物施工覆盖来不及,应根据室外试验结果和当地条件所制定的专门技术措施进行处理。

(7)在建基面上发现地下水吮,应及时采取措施进行处理,避免浇新混凝土受到损害。

二、水工建筑物地下开挖工程的质量控制要点

(一)施工地资

(1)地下建筑物开挖前,监理工程师组织设计单位向施工单位交底并提供工程与水文地质资料(内容参照 SDJ14—78《水利水电工程地质勘察规范》),着重阐明下列问题:

1)岩石分级及围岩分类。

2)洞口段及其附近边坡、浅埋与傍山洞室的山体稳定性。

3)可能导致岩体失稳地段的岩层特性、风化程度、地质构造、岩体应力状态等及其对建筑物的影响。

4)地下水类型、含水层分步、水位、水质、水温、涌水量、补给来源、动态规律及其影响。

5)有毒气体、放射性元素的性质、含量及其分布范围。

施工期间,设计单位的地质人员应对原来提供的资料进行复核,对尚未阐明或地质条件有变化的地段,应进行补充地灾勘察工作。

(2)开挖过程中,设计单位的地质人员,应做好以下主要工作:

1)地质编录和测绘工作。

2)分析影响洞口安全和洞室围岩稳定的不良地质现象,判明其对建筑物的影响程度,及时配合设计、施工人员研究预防措施。必要时,提出专题报告。

3)进行工程地质、水文地质现象的观测及预报工作。

4)对岩性有变化地段、应取样试验,核实原定的地质参数。

(3)施工期间应及时总结在棍类典型工程地质条件下的开挖方法、掘进速度、钻爆参数、机具效率等资料。

出现塌方时,应分析原因,记录发生、发展过程及处理经过。

(4)岩石分级及围岩分类。

表 19-3 水利水电地下工程围岩工程地质分类表

类别名称	围 岩 主 要 工 程 特 征		地下水活动状态	开挖面毛洞围岩稳定状况	山岩压力计算理论	临时支护措施(建议)
	岩 体 状 况	结构布告特征				
I 稳 定	岩石新鲜完整,受地质构造影响轻微,节理裂隙不发育或稍发育,多系闭合且延伸不长,无或偶有软弱结构面,宽度一般小于0.1m; 岩体呈块状整体结构或块状砌体结构	结构面无不稳定组合,断层走向与洞线近正交	洞壁干燥,或只有轻微潮湿现象,沿个别节理裂隙有微弱渗水	成形好,无坍塌掉块现象	不计山岩压力	一般可不支护
II 基本稳定	岩石新鲜或微风化,受地质构造影响一般,节理裂隙稍发育或发育,有少量软弱结构面,宽度小于0.5m,层间结合差。岩体呈块状砌体结构或层状砌体结构	结构面组合基本稳定,仅局部有不稳定组合,断层等软弱结构面走向与洞线斜交或正交	洞壁潮湿,沿一些节理裂隙或软弱结构面有渗水滴水	开挖中局部有掉块落石现象,局部成形差,长时间暴露,局部有小坍塌	须考虑部分落石荷载,可采用极限平衡理论,或结构面分析法进行计算	局部支护
III 稳定性差	岩石微风化或弱风化,受地质构造影响严重,节理裂隙发育部分张开且充泥,软弱结构面分布较多,宽度小于1m; 岩体呈碎石状镶嵌结构	结构面组合不利于围岩稳定者较多; 断层等主要软弱结构面走向与洞线斜交或近平行	地下水活动显著,沿节理裂隙或断层带有渗水,滴水或呈线状涌水	成形稍差,无支撑时产生小规模坍塌,高边墙侧壁有时局部失稳	结合地质分析,采用极限平衡理论或散体理论计算	一般需要支护
IV 不稳定	同第III类岩体状态,但软弱结构面分布较多,宽度小于2m,节理裂隙局部极发育; 岩体呈碎石状镶嵌结构,局部呈碎石状压碎结构	结构面组合不利于围岩稳定; 断层等软弱结构面走向与洞线近平行	地下水活动显著,沿节理裂隙或断层带有渗水,滴水或呈线状涌水	成形差,顶拱一般因坍塌而超挖,无支撑时可产生较大坍塌,边墙有失稳现象	采用散体理论	需支护
V 极不稳定	1. 石质围岩:岩石强风化或全风化,受地质构造影响严重,节理裂隙极发育,断层破碎宽度大于2m,以断层泥、糜棱岩、角砾岩为主,裂隙中多充泥,岩体呈角砾、泥砂、岩屑状散体结构; 2. 构散土层、砂层、滑坡堆积层及一般碎、卵、砾石土等; 3. 挤压强烈的大断层带,裂隙杂乱,呈土夹石或夹土状	结构面呈零乱状不稳定组合,断层等主要软弱结构面走向与洞线近平行	地下水活动强烈,有较大涌水量,常引起不断坍塌	成形很差围岩极易坍塌,甚至出现地表下沉或冒顶	采用散体理论	加强支护

表 19-4 岩体的风化程度划分表

风化名称	颜色光泽	岩体组织结构的变化和破坏情况	矿物成分的变化情况	物理力学特征的变化	锤击声
全风化	颜色已完全改变,光泽消失	组织结构已完全破坏,呈松散状或仅外观保持原岩状态,用手可折断、捏碎	除石英晶粒外,其余矿物大部分风化变质,形成风化次生矿物	浸水崩解,与松软土的特性近似	哑声
强风化	颜色改变,唯岩块的断口中心尚保持原有颜色	外观具有原岩组织结构,但裂隙发育,岩体呈干砌块石状,岩体上裂纹密布,疏松易碎	易风化矿物均已风化变质,形成风化次生矿物,其它矿物仍有部分原矿物特征	物理力学性质显著减弱,具有某些脆硬岩石的特性,变形模量小承载强度低	哑声
弱风化	表面和沿节理面大部变色,但断口仍保持新鲜岩石特点	组织结构大部完好,但风化裂隙发育,裂隙面风化剧烈	沿节理裂隙面出现次生,风化矿物	物理力学性质减弱,岩体的软化系数与承载强度变小	发声不够清脆
微风化	沿节理面略有变色	组织结构未改变,除构造节理外,一般风化裂隙不易察觉	矿物组织未变,仅沿节理面,有时有铁锰质渲染,物理性质几乎不变,力学强度略有减弱	物理性质几乎不变,力学强度略有减弱	发声清脆

1) 确定施工定额时,岩石等级的划分参照本章附录一。

2) 根据围岩的工程地质特征,参照表 19-3~表 19-6 确定围岩类别。

表 19-5 节理发育分级表

分 级	I	II	III	IV
间距(m)	>2	0.5~2	0.1~0.5	<0.1
描 述	不发育	发 育	极发育	
完整性	整 体	块 状	碎 裂	破 碎

表 19-6 节理宽度分级表

分 级	1	2	3	4
节理宽度(mm)	<0.2	0.2~1	1~5	>5
描 述	闭 合	微 张	张 开	宽 张

(二)施工测量

(1) 水工建筑物地下工程贯通测量,其容许的误差应参照下述规定:

1) 贯通测量极限误差应满足表 19-7 要求。

2) 计算贯通误差时,可取上述极限误差的一半做为贯通面上的容许中误差,并参照表 19-4-2 的原则分配。

3) 对于上下两端相向开挖的竖井,其极限贯通误差不得大于±20cm。

表 19-7 贯通测量容许极限误差值

相向开挖长度(km)		<4	>4
贯通极限误差	横向的(cm)	±10	±15
	纵向的(cm)	±20	±30
	竖向的(cm)	±5	±7.5

表 19-8 贯通中误差分配值

部位	贯通中误差分配(cm)					
	横 向		纵 向		竖 向	
	1~4	4~8	1~4	4~8	1~4	4~8
洞 外	3.0	4.5	8.7	1.4	2.2	
洞 内	4.0	6.0	8.2	12.2	2.0	3.1
全部遂洞	5.0	7.5	10.0	15.0	2.5	3.8

注 贯通中误差的计算方法可参照《铁路工程施工技术手册》上建议的公式。

(2)施工阶段的平面控制网,按以下原则设计和施测。

- 1)与勘测阶段的控制网有统一的平面坐标系。
- 2)网中三角形的内角一般不小于 30° ,个别角不应小于 25° 。
- 3)无法布置三角网(锁)时,用同精度的导线代替。
- 4)三角网(锁)的等级,应按照相向开挖长度确定,其精度应符合表 19-9 的规定。

(3)地下导线的等级,应按相向开挖长度确定,其精度应符合表 19-10 的规定。

- 1)所有洞内导线均应重复测量两次,导线点应改正到设计中心线上。
- 2)通过竖井进行地下建筑物的相向开挖时,在导线最大长度不变的情况下,应将导线的测角、量边精度提高一倍。

表 19-9 各级三角网的精度指标

三角网(锁)等级	二	三	四
三角形平均边长(km)	<3	<2	<1
按三角闭合差计算的测角中误差(")	±1.0	±1.8	±2.5
基线丈量的相对中误差(1/10000)	1/40	1/30	1/15
扩大边相对中误差(1/10000)	1/20	1/15	1/8

三角网(锁)等级	二	三	四
菱形基线网容许扩大倍数	<3	<3	<3
相向开挖面长度(km)	>3	1~3	<1
相邻贯通面间三角网最弱点点位误差(cm)	<3	<3	<3

表 19-10 各级地下导线的精度指标

地下导线等级	一	二	三	专门设计
相向开挖长度(km)	2.0	1.5	0.8	大于 2.0 时
一般边长(m)	50~150	50~150	50~150	
测角中误差(")	3	5	10	
仪 器	J ₂ 型	J ₂ 型	J ₂ 型	
测回数	4	3	2	
量边相对中误差(1/10000)	1/1.5	1/1	1/0.7	
方位角闭合差(")	$6\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$	

注 n 为导线点的测站数。

3) 导线通过弯段时,如果轴线折角大于 30°,量边精度应提高一倍。

4) 采用 2m 横基尺配合秒级光学经纬仪量测边长和高程时,应做专门设计。

(4) 水平角及其精度指标,应符合表 19-11 的规定。

表 19-11 地面控制网水平角观测限差

项 目	二等	三等		四等	
	J ₁ 型	J ₁ 型	J ₂ 型	J ₁ 型	J ₂ 型
光学测微器两次重合读数之差(")	1	1	3	1	3
半测回归零差(")	6	6	8	6	8
2C 互差(")	9	9	13	9	13
观测值各测回间差(")	6	6	9	6	9
三角形最大闭合差(")	3.5	7	7	9	9
测回数	15	9	12	6	9

(5) 基线和导线边的距离,可采用铟钢基线尺、普通钢尺、横基尺、中短程红外测距仪测量,各种量具在使用前,应经过率定。

量具的技术要求,可参照相应的规范。

(6)水准测量的等级,应按照相向开挖长度确定,其精度应符合表 19-12 的规定。

表 19-12 各级水准精度指标

等 级		二 (或专门设计)	三	四
相向开挖面长度(km)		>3.0	1.0~3.0	洞内
往返闭合差或环线 闭合差(mm)	平地	$\pm 4\sqrt{L}$	$\pm 12\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L}$
	山地		$\pm 4\sqrt{L}$	$\pm 6\sqrt{L}$
每公里高程中误差(mm)		± 2	$\pm \sqrt{6}$	$\pm \sqrt{10}$
水准尺类型		因瓦尺	双面尺	双面尺

注:L——环形或往返路线平均值长度;

n——测站数。

(7)各级控制网应按最小二乘法原理平差。一般以隧洞的平均高程做为投影面高程,如其他工作面高程与投影面高程相差甚大,其值足以影响投影长度时,应计入投影改正。

(8)开挖放样误差一般不大于 10cm,断面测量相对于中线的误差不大于 $\pm 5\text{cm}$,断面间距一般为 5m,对起伏差较大的部位,可适当加测断面。

洞内测量应尽量采用新技术,如光电测距、激光导向、摄影测量、激光投影等。

(三)开 挖

(1)洞口削坡应自上而下进行,严禁上下垂直作业。同时应做好危石清理,坡面加固,马道开挖及排水等工作。

(2)进洞前,须对洞脸岩体进行鉴定,确认稳定或采取措施后,方可开挖洞口。

(3)在Ⅳ类围岩中开挖大、中断面隧洞时,宜采用分部开挖方法,及时做好支护工作。在Ⅴ类围岩中开挖隧洞时,宜采用先护后挖或边挖边护的方法。

(4)地下建筑物开挖,一般不应欠挖,尽量减少超挖,其开挖半径的平均径向超挖值不得大于 20cm。

不良地质条件下的容许超挖值,由设计、施工单位商定并经监理工程师核准。

(5)遇到下列情况时,开挖与衬砌应交叉或平行作业。

1)在Ⅳ、Ⅴ类围岩中开挖隧洞或洞室。

2)需要衬砌的长隧洞。

(6)竖井采用自上而下全断面开挖方法时,应遵守下列规定:

1)必须锁好井口,确保井口稳定,防止井台上杂物坠入井内。

2)提升设施应有专门设计。

3)井深超过15m时,人员上下宜采用提升设备。

4)涌水和淋水地段,应有防水、排水措施。

5)Ⅳ、Ⅴ类围岩地段,应及时支护。挖一段衬砌一段或采用预灌浆方法加固岩体。

6)井壁有不利的节理裂隙组合时,应及时进行锚固。

(7)竖井采用贯通导井后,自上而下进行扩大开挖方法时,除遵守规范规定外,还应满足下列要求:

1)由井周边至导井口,应有适当的坡度,便于扒渣。

2)采取有效措施,防止石渣打坏井底棚架、堵塞导井和发生人员坠落事故。

(8)在Ⅰ、Ⅱ类围岩中开挖小断面的竖井,挖通导井后亦可采用留渣法蹬渣作业,自下而上扩大开挖。最后随出渣随锚固井壁。

(9)特大断面洞室一般可采用下列方法施工:

1)对于Ⅰ~Ⅲ类围岩,可采用先拱后墙法。

2)对于Ⅱ、Ⅳ类围岩,可采用先墙后拱法。如采用先拱后墙法施工时,应注意保护和加固拱座岩体。

3)对于Ⅳ、Ⅴ类围岩,宜采用肋墙法与肋拱法,必要时预先加固围岩。

(10)与特大洞室交叉的洞口,应在特大洞室开挖前挖完并做好支护。如必须在开挖后的高边墙上开挖洞口时,应采取专门措施。

(11)相邻两洞室间的岩墙或岩柱,应根据地质情况确定支护措施,确保岩体稳定。

(12)特大断面洞室(或大断面隧洞),采用先拱后墙法施工时,拱脚开挖应符合下列要求:

1)拱脚线的最低点至下部开挖面的距离,不宜小于1.5m。

2)拱脚及相邻处的边墙开挖,应有专门措施。

(四)钻孔爆破

(1)光面爆破和预裂爆破的主要参数,应通过试验确定。试验参数可用工程类比法或参照本章附录五选取。

(2)光面爆破及预裂爆破的效果,应达到下列要求:

1)残留炮孔痕迹,应在开挖轮廓面上均匀分布。炮孔痕迹保存率,一般硬岩不少于80%,中硬岩不少于70%,软岩不少于50%。

2)相邻两孔间的岩面平整,孔壁不应有明显的爆破裂隙。

3)相邻两茬炮之间的台阶或预裂爆破孔的最大处斜值,不应大于20m。

4)预裂爆破的预裂缝宽度,一般不宜小于0.5cm。

(3)特大断面洞室中下部开挖,采用深孔梯段爆破法时,应满足下列要求:

1)周边轮廓先行预裂。

2)采用毫秒雷管分段起爆。

3)按围岩和建筑物的抗震要求,控制最大一段的起爆药量。

(4)钻孔爆破作业,应按照爆破图进行。

(5)钻孔质量应符合下列要求:

1)钻孔孔位应依据测量定出的中线、腰线及开挖轮廓线确定。

2)周边孔应在断面轮廓线上开孔,沿轮廓线调整的范围和掏槽孔的孔位偏差不应大于5cm,其他炮孔的孔位偏差不得大于10cm。

3)炮孔的孔底,应落在爆破图所规定的平面上。

4)炮孔经检查合格后,方可装药爆破。

(6)炮孔的装药、堵塞和引爆线路的联结,应由经过训练的炮工,按爆破图的规定进行。

(五)锚喷支护

(1)锚杆参数及布置。

1)锚杆参数应根据施工条件,通过工程类比或试验确定。一般可参照下列规定选取:

①系统锚杆,锚入深度1.5~3.5m,其间距为锚入深度的二分之一,但不得大于1.5m;单根锚杆锚固力不低于5t;局部布置的锚杆,须锚入稳定岩体,其深度和间距,根据实际情况而定;

②大于5m的深孔锚杆和预应力锚索,应结合永久支护做出专门设计;

③锚杆直径一般为16~25mm。

2)锚杆布置应与岩体主要结构面成较大的角度。当结构面不明显时,可与周边轮廓线垂直。

3)为防止掉块,锚杆间可用钢筋、型钢或金属网联结,其网格尺寸宜为5cm×5cm~8cm×8cm。

(2)敷设金属网(或钢筋网)时,应按下列规定控制质量:

1)金属网应随岩面敷设,其间隙不小于 3cm。

2)喷混凝土的金属网格尺寸宜为 $20\text{cm} \times 20\text{cm} \sim 30\text{cm} \times 30\text{cm}$, 钢筋直径宜为 4~10mm;

3)金属网与锚杆联结应牢固。

(3)锚杆的质量检查。

1)楔缝式锚杆安装后 24h 应再次紧固,并定期检查其工作状态。

2)锚杆锚固力可采用抽样检查,抽样率不得小于 1%,其平均值不得低于设计值,任意一组试件的平均值不得低于设计值的 90%。

3)施工中,应对其孔位、孔向、孔径、孔深、洗孔质量、浆液性能及灌入密度等分项进行检查。

(4)砂浆锚杆的安设应符合下列质量要求:

1)砂浆:

①砂子宜用中细砂,最大粒径不大于 3mm;

②水泥宜选用标号大于 325 号普通硅酸盐水泥;

③水泥和砂之重量比宜为 1:1~1:2,水灰比宜为 0.38~0.45。

2)安设工艺:

①钻孔布置应符合设计要求,孔位误差不大于 20mm,孔深误差不大于 5mm;

②注浆前,应用高压风、水冲洗干净;

③砂浆应拌合均匀,随拌随用;

④应用注浆器注浆,浆液应填塞饱满;

⑤安设后应避免碰撞。

(5)喷混凝土的材料及性能应符合下列质量要求:

1)标号不低于 200 号。

2)宜选用不低于 425 号的普通硅酸盐水泥。

3)选用中、粗砂,小石粒径为 5~15mm。骨料的其他要求,应按 SDJ207—82《水工混凝土施工规范》的有关规定执行。

4)速凝剂初凝时间不大于 5min,终凝时间不大于 10min。

5)配合比可按下列经验数值确定。

①水泥和砂石之重量比宜为 1:4~1:4.5;

②砂率为 45%~55%;

③水灰比为 0.4~0.5;

④速凝剂掺量为水泥用量的 2%~4%。

(6)喷射混凝土的工艺要求。

1)喷射前,应将岩面冲洗干净,软弱破碎岩石应将表面清扫干净。

2)喷射作业,应分区段进行,长度一般不超过 6m,喷射顺序应自下而上。

3)后一次喷射,应在前一次混凝土终凝后进行,若终凝后 1h 以上再次喷射,应用风水清洗混凝土表面。

4)一次喷射厚度:边墙 4~6cm,拱部 2~4cm。

5)喷射 2~4h 后,应洒水养护,一般养护 7~14d。

6)混凝土喷射后至下一循环放炮时间,应通过试验确定,一般不小于 4h,放炮后应对混凝土进行检查,如出现裂纹,应调整放炮间隔时间或爆破参数。

7)正常情况下的回弹量,拱部为 20%~30%;边墙为 10%~20%。

(7)喷混凝土的质量标准,应按下列要求控制。

1)喷混凝土表面应平整,不应出现夹层、砂包、脱空、蜂窝、露筋等缺陷。如出现上述情况,应采取补救措施。

2)结构接缝、墙角、洞形或洞轴急变等部位,喷层应有良好的搭接。

3)不存在贯穿性裂缝。

4)出现过的渗水点已作了妥善处理。

5)强度:

①每喷 50m³ 混凝土,应取一组试件,当材料或配合比改变时,应增取一组,每组三个试块,取样要均匀;

②平均抗压强度不低于设计标号,任意一组试件的平均值不得低于设计标号的 85%;

③宜采用切割法取样;

④喷射厚度应满足设计要求。

三、疏浚工程的质量控制要点

(一)挖槽宽度控制

(1)挖泥船操作人员必须严格按照测量人员设置的开挖标志进行定位和施工,并应经常校核和调整船位。

(2)操作人员必须熟悉施工图纸,了解开挖标志的精确度,掌握船舶的横移速度和摆动惯性,选择合理的对标位置和挖宽。

(3)操作人员对开挖标志有疑问或发现有错误时,应及时向施工技术人员或测量人员反映,由测量人员进行复核或校正。