

导流洞工程土石方明挖及洞挖工程施工方案及技术措施

1.1 概述

导流洞工程土石方明挖主要为导流洞进、出口的边坡和洞脸开挖。土石方开挖工作内容包括：准备工作、场地清理、钻孔爆破、弃渣运输和堆存、施工期排水、边坡观测、完工验收前的维护等工作。

本标段石方洞挖工程为导流洞的洞挖施工。其主要工作内容包括：准备工作、钻孔爆破、支护和塌方清运处理、弃渣运输和堆存、施工期排水、洞室观测、完工验收前的维护等工作。

本标导流洞进口位置基岩为安山岩，在高程 910m 以下覆盖坡积层，坡积层厚约 0~3m，进口边坡高约 50m，由强风化卸荷岩体组成，现状边坡稳定。导流洞出口位置基岩为玄武岩，高程 904m 以下覆盖 0~3m 厚的坡积层，出口边坡高约 20m，由强风化卸荷岩体组成，现状边坡稳定。本标土石方明挖总量为 2.5 万 m³。

导流洞洞身段总长 518m。典型开挖断面 4.3×5.25m，

城门洞型。进口 10m 洞段为方变圆渐变段。导流洞洞身段围岩类别以 II、III 类为主，总体围岩完整性好、围岩基本稳定，局部节理发育部位围岩稳定性较差，需加强支护。本标洞挖总量为 1.25 万 m³，其中 II 类围岩 8760 m³，II~III 类围岩 3160 m³，III 类围岩 580 m³。土石方开挖主要工程量见表 1.1-1。

表 1.1-1 导流洞工程明挖及洞挖工程量表

序	项目	单	进口边	洞身段	出口边	小计
1	土石方明	m ³	22689		2769	25458
2	石方洞挖	m ³		12499		12499

1.2 施工布置

1.2.1 道路布置

根据招标文件显示，施工现场 10#道路已修建至导流洞出口位置，本标需要借 10#路头修建导流洞出口至进口的施工道路（10-1#路）并延伸至 4#渣场。开挖施工主要依托 10#路、10-1#路、1#路和 4#渣场，施工道路特性见表 1.2-1。

在施工期间维修和养护施工道路，保护好道路路基和路面的排水设施，及时进行路面渣土清理、路面洒水等养护工

作。

表 1.2-1

施工道路特性表

道路名称	起止点	道路长度(km)	路面宽度(m)	道路等级
10#道路	坝下现有桥至右岸坝址	2.0	6.5	矿Ⅲ
10-1#道路	右岸坝址至导流洞进口延伸至4#渣场	1.0	6.5	矿Ⅲ
1#道路	坝下现有桥至潘津布拉克沟施工桥	0.9	6.5	矿Ⅲ

1.2.2 风、水、电布置

(1) 施工供风

在导流洞进、出口各布置一个固定空压机组，前期满足洞脸明挖的开挖与支护用风，后期满足洞内的开挖和支护用风。各压风站配置 GA132-8.5(20m³/min)电动式空压机 1 台，CVFY-13/7(13m³/min)油动移动式空压机 2 台，总供风能力为 80m³/min。压风采用 4 吋钢管接引至用风工作面，洞内供

风管布置在洞壁一侧离地 50cm。为便于堵漏和接引支管，提前在主管道上需要接引支管部位设置阀门。供风设施见表 1.2-2

表 1.2-2 洞挖施工供风设施表

名称	型号	数量	备注
空压机	GA132-8.5	2	20m ³ /min
空压机	CVFY-13/7	3	13m ³ /min
钢管	3 吋	500m	供风主管道
阀门		4 个	

(2) 施工供水

在导流洞进、出口附近设置一个 10 立方米钢制施工用水箱，利用水泵从河中抽水，蓄水箱容量满足边坡和洞内支护施工用水。洞内施工用水的引水管路选用 3 吋钢管，为便于堵漏和接引支管，提前在主管道上需要接引支管部位设置阀门，各用水点就近接引。供水设施见表 1.2-3

表 1.2-3 洞挖施工供水设施表

名称	型号	数量	备注
水箱	10m ³	2	钢质
钢管	3 吋	500m	供水主管道
阀门	各型	4 个	

(3) 施工供电

本标段用电主要是开挖支护施工供风空压机用电、通风

设备用电、支护设备用电、抽排水设备用电、施工及工作面照明用电。施工用电自业主提供电源接线端直接接引，通过配电箱接至各施工工作面。由于发包人提供电源接口时间为2012年3月31日；在电源点供电之前我部在导流洞进、出口施工区各自配备一台200KW柴油发电机作为施工电源。电源点供电后柴油发电机作为事故备用电源，供紧急供电之用。

1.2.3 施工排水

本标段土石方工程经常性排水主要包括施工区域内的降雨水、坡面渗水。施工期边坡排水结合永久排水实施，开挖前提前完成截水沟施工，以达到排水的效果。对有可能影响及危害永久边坡安全的渗漏水、地下水或泉水，就近开挖集水坑和排水沟槽，并设置足够的排水设备，利用水泵抽排或排水沟槽引至排水渠内。

洞挖进口工作面掘进属于“下坡洞”，洞内的排水问题突出，我们将视现场具体情况，在洞内开挖浅沟和集水坑汇水后通过管道加压泵输出，保证洞内交通质量。出口工作面

掘进属于“上坡洞”，为保证洞底不积水，在洞底左侧开挖浅沟，以引导废水流出洞外。

1.2.4 施工通风、照明

(1) 施工通风

根据洞室施工程序、方法、施工设备配置及通风方式，以满足施工人员正常呼吸及冲淡、排除爆破、机械废气、有害气体等的最大通风量，并满足洞室最小风速要求，进行施工所需通风量和风机工作风量、风压的计算，并依据计算成果选择通风设施。

1) 爆破散烟所需风量

$$Q = \frac{5AB}{t}$$

式中：A——每次爆破用药量，断面取 25m²，循环进尺取 2.5m。单耗取 1.1kg/m³。

B——炸药爆炸的 CO 体积，取 40L/kg

t——通风时间，取 30min

由此可以计算出 Q=450m³/min

2) 按洞内最小风速所需风量

$$Q=60VS$$

式中：V——开挖允许最小风速，0.15m/s

S——开挖断面，取 25 m²

$$Q=60 \times 0.15 \times 25 = 225 \text{m}^3 / \text{min}$$

3) 满足最多施工人员所需风量

$$Q=qmk$$

式中：q——洞内每人所需新鲜空气量，一般按 3.0m³

/min 计

m——洞内同时工作的最多人数，施工高峰期取 20 人

K——风量备用系数，取用 1.10~1.15

$$Q=qmk=3 \times 20 \times 1.15 = 70 \text{m}^3 / \text{min}$$

4) 使用柴油机械时的通风量

$$Q=n_1q_1+n_2q_2$$

式中：n₁——挖、装机械台数，取 1

q₁——每台挖、装机械每马力排出废气量，一般为 2.16m³

/minHP

n₂——同时工作汽车台数，取 2 台

q2—每台汽车每马力排出废气量,一般为 $0.84\text{m}^3/\text{minHP}$

由此得: $Q=400\text{m}^3/\text{min}$

经计算最大通风量约为 $450\text{m}^3/\text{min}$ 。

根据通风量计算,本标各探洞的通风设备选型为 SDFG-I-No.6.5 (22/2kw) 轴流风机。施工期通风采用正压法,通风管选用软质胶管。通风设备投入量统计见表 1.2-4。

表 1.2-4 洞挖施工通风设施统计表

名称	型号	单位	数量	备注
隧道施工轴流风机	SDFG-I-No.6.5	台	2	22/2kw
通风胶管	$\Phi 700\text{mm}$	m	500	胶管

(2) 施工照明

洞外照明采用 220V 电压,洞脸形成后在洞口上架设一盏 1kw 投光地灯。保证洞外夜间施工的照明度。

所有的洞内施工工作面照明采用 36V 电压照明系统。洞内照明统一采用带防水罩的灯具,沿洞内壁一侧高度不少于 2.5m 处固定挂设。工作面后 20m 洞段的灯头距离不大与 6m,成洞段的灯头距离不大于 12m。另外洞内照明每隔 20m 左右

增设一盏蓄能应急灯。进洞人员还需配备手电筒、头灯等便携式光源。

1.2.5 渣场规划及治理

(1) 渣场弃渣规划

根据招投标文件有 4#渣场供本标段使用，总面积 1.82 万 m²，满足本标段弃渣要求。

(2) 弃渣场的填渣方式

渣场将采取自下而上分层填渣的方式，严禁采用自上而下倾倒的方式弃渣。填筑将从坡面开始向沟内卸渣的顺序，卸渣后采用推土机及时平整，并有倾向沟内的反坡，以防雨水冲刷坡面。

(3) 有序堆放渣料

渣场的堆渣类型、容量和高程，必须严格按施工图纸和监理人指示实施。应注意保持渣料堆体周边的边坡稳定，并做好堆渣体的边坡保护和排水工作。

(4) 渣场现场临时照明

渣场弃渣施工期供电照明将结合本标工程施工供电设施

进行协调和统一解决。

(5) 渣场的维护

1) 依据招投标文件，结合渣场的堆渣特点，加强维护供电照明、临时道路、排水系统及其他的工作，确保施工过程中顺利进行。

2) 加强现场巡查力度，及时疏导排水沟、截水沟等排水设施，防止因排水不畅引起堆体边坡不稳定。

3) 对施工临时道路及时加固和维护，保证运输道路的畅通。

4) 加强供电设施的维护保养工作，确保夜间照明设施运行正常。

导流洞明挖及洞外施工布置详见**第三章：施工总平面布置**。

1.3 总体开挖施工方案

(1) 工程开工后立即组织设备和相关人员进场。

(2) 首先利用现有的 10#路进行导流洞出口边坡明挖施工，并同时建设 10#-1 路的至导流洞进口并延伸至 4#渣场。

(3) 到达导流洞进口工作面后，立即组织进口边坡明挖施工。

(4) 导流洞进、出口边坡开挖完成后，进行洞脸加固并开始洞挖施工。导流洞洞挖由进、出口两个掌子面对向掘进，在洞内贯通。

(5) 洞挖的两个掌子面距贯通相距 15m 时，停止一侧掌子面开挖，改为单侧掘进。

1.4 土石方明挖

1.4.1 明挖施工方案

土石方明挖采用从上至下分层分段依次进行，土方开挖时每层开挖高度暂定为 4~5m；石方开挖采用手风钻小梯段爆破开挖，分层高度暂定为 4~5m。

对于自然坡度较陡的土方开挖，直接用 1.6~2.0m³ 反铲翻渣，在下部较平坦地段装车。较平坦的地段和进、出口引渠的土方开挖采用 1.6~2.0m³ 反铲直接挖装 15t 自卸车运至指定弃渣场。

边坡石方开挖采用手风钻造孔，浅孔小梯段毫秒微差爆

破。对于岩石较完整边坡采用潜孔钻机造孔，梯段毫秒微差爆破。边坡设计边线进行预裂或光面爆破。爆破石渣采用 $1.6\sim 2.0\text{m}^3$ 反铲配15t自卸汽车运至指定渣料场。

1.4.2 土方明挖施工工艺

1.4.2.1 施工工艺简述

(1) 施工准备

边坡风、水、电就绪，施工人员、施工设备准备就位。

(2) 测量放线

1) 接到监理提供的施工控制点后，首先在监理的指导下进行控制点的复测，并将复测成果报监理审核批准后进行施工测量。必要时将增加施工控制点；

2) 对施工区内原始地形进行测量，绘制出可供施工使用的断面图，并核算出工程量，报监理审核；

3) 依据复测成果，放出开挖区上开口线，提供给施工单位进行清理植被，并清坡；

4) 根据施工需要进行开挖边坡放样，检查边坡开挖体形，并完成开挖边坡的竣工断面图，平面图，同时完成工程

量的计算；

5) 采用全站仪、水准仪进行测量放样，施工中严格按《水利水电工程测量施工规范》标准进行施工。为工程施工提供必要的控制点，以便放样和施工人员控制施工边线几何尺寸；

(3) 边坡清理及排水系统修筑

根据测量放出的开挖开口线，向外延伸至少 2m 进行边坡植被清理；挖出边线外侧 3m 距离的树根；对开口线以上进行全面检查，是否有松动浮石。对边线以外的上部浮石及不稳定体进行清除，解除安全隐患。必要时在监理认可的前提下可进行加固处理。

在边坡清理的同时视情况及时完成开挖区顶部截、排水沟等排水系统的修筑，以控制坡面流水损坏开挖边坡造成新的安全隐患，边坡清理废渣应及时运至指定的弃渣场。

(4) 开挖措施

1) 土方开挖按施工图纸所示或监理人的指示进行开挖。开挖从上至下分层分段依次进行，严禁自下而上或采取倒悬

的开挖方法。

2) 对于自然坡度较陡的土方开挖，直接用 $1.6\sim 2.0\text{m}^3$ 反铲翻渣，在下部较平坦地段装车。较平坦的地段和进口引渠的土方开挖采用 $1.6\sim 2.0\text{m}^3$ 反铲直接挖装 15t 自卸车运至弃渣场。土方开挖时每层开挖高度不大于 4m；

3) 表层开挖时段安排在相应的梯段开挖前完成。

4) 土方边坡按设计坡比开挖，预留 30cm 修坡余量，用人工修整并使之满足施工图纸要求的坡度和平整度。

5) 边坡外侧及沟槽土方用反铲直接挖装，人工配合进行修坡成型及基础处理。

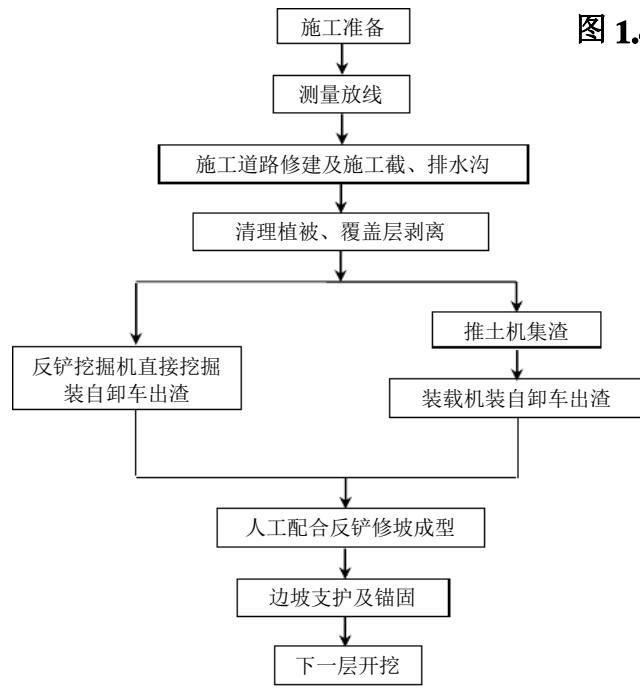
6) 土方明挖过程中，如出现裂缝或滑动迹象时，立即暂停施工，将人员设备尽快撤离工作面，视边坡开裂程度采取不同的应急措施，并通知监理工程师，必要时设置观测点，及时观测边坡变化情况，并做好记录。

1.4.2.2 工艺流程图

土方明挖施工工艺流程见下图 1.4-1。

土方明挖施工工艺流程框图

图 1.4-1



1.4.3 石方明挖施工工艺

1.4.3.1 施工工艺简述

(1) 施工准备

边坡风、水、电就绪，施工人员、设备准备就位。

(2) 场地清理

覆盖层开挖结束后，首先采用手风钻钻爆对临空面进行整形，以减少梯段爆破底盘抵抗线；每层开挖前采用推土机、反铲平整工作面。

(3) 危岩处理

人工配合反铲对已开挖坡面进行修坡及危岩处理。

(4) 测量放线

由测量工放出开挖边线，核实开挖断面。然后测量定出孔位。

(5) 清理工作场地

边坡开挖前先清理开挖处至少 4m 宽工作平台，以利开挖机械布置。

(6) 钻孔

采用手风钻造孔浅孔小梯段毫秒微差爆破。采用手风钻沿设计边线造孔进行预裂或光面爆破。

钻孔质量控制标准如下：钻孔方向与设计方向一致，钻孔倾角与方位偏差不得大于 $\pm 1.5\%$ 孔深；孔位偏差不得大于5%孔距；终孔的高程偏差不得大于 $\pm 5\text{cm}$ 。

(7) 装药、联线、起爆

主爆破孔、预裂孔均采用卷状乳化炸药，毫秒微差起爆网络，非电毫秒雷管结合导爆索连网，电雷管起爆。

(8) 支护、安全处理

随着开挖高程下降，及时对坡面进行测量检查以防止偏离设计开挖线，避免在形成高边坡后再进行处理。为满足边坡稳定、限制卸荷松弛，开挖工作面与施工期安全支护（随机锚杆）的高差不应大于一层开挖梯段高度，与永久支护中的系统锚杆和喷混凝土的高差不应大于2层开挖梯段高度。开挖边坡的支护在分层开挖过程中逐层进行，上层初期支护完成后，才进行下层开挖。

(9) 出渣

采用 1.6~2.0m³ 反铲配 15t 自卸汽车运至指定渣料场。

1.4.3.2 工艺流程图

石方明挖工艺流程下图 1.4-2。

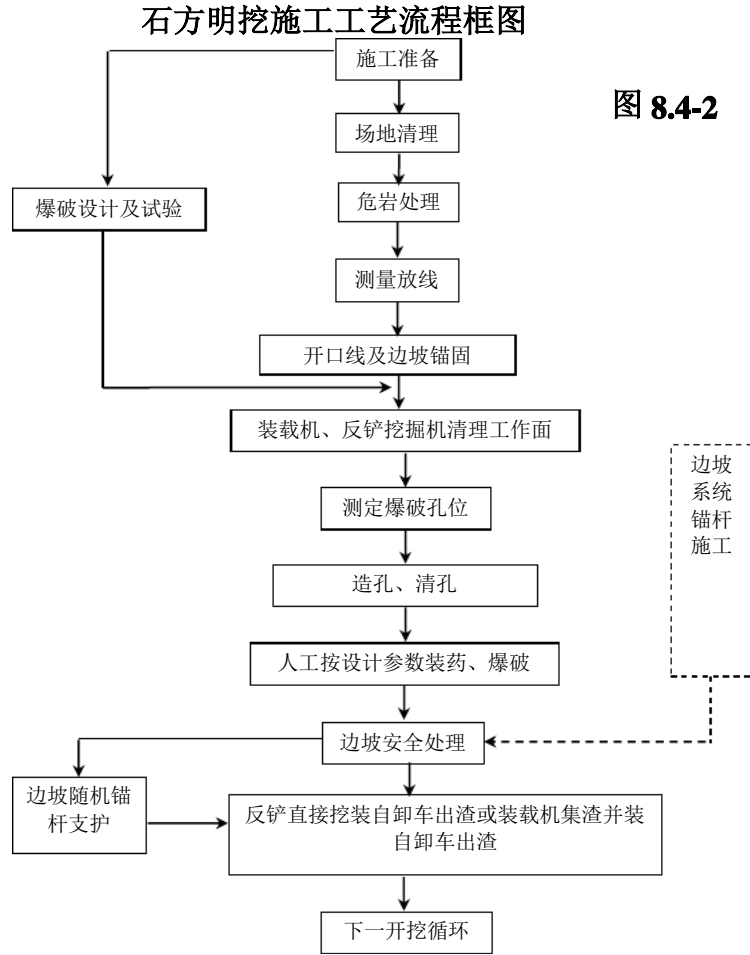


图 8.4-2

1.4.3.3 爆破控制及参数

(1) 爆破器材选用

爆破材料：炸药选用圈状的 2#岩石乳化炸药；雷管选用非电毫秒延时导爆管；传爆网络材料选用导爆索。主爆孔起爆材料选用毫秒微差塑料导爆管，预裂和光爆孔起爆材料选用导爆索，由导爆管、导爆索、电雷管组成起爆网络。

(2) 主要技术措施

1) 爆破采用网络爆破技术，控制爆破规模，以保证边坡开挖质量。施工前期，结合施工生产进行爆破试验，通过爆破试验对爆破孔网参数、起爆网络、单耗药量等钻爆参数

进行优化，确定最佳钻爆参数。

2) 边坡采用预裂或光爆一次成型技术。预裂或光爆网络，同主爆孔一起爆破。既能保证边坡成型质量，同时也能提高生产效率，加快施工进度。我公司在边坡预裂或光面爆破技术，针对不同的地质条件及特殊部位、特殊地质条件的预裂或光面爆破，积累了丰富的施工经验。

3) 水平面保护层开挖采用预裂一次成型技术，以确保建基面岩体开挖质量。

(3) 初拟的爆破参数

永久边坡采用预裂爆破和主爆孔一同爆破的一次成型技术，爆破时间差控制在段位允许误差以外，确保不发生跳段和窜段。爆破参数最终由爆破试验确定。洞脸边坡开挖钻爆设计参数见表 1.4-1。

边坡石方明挖钻爆设计见图 YLNY-2012-002-SG-SK

-07-01

表 1.4-1 边坡石方明挖爆破钻爆参数表

参数	钻孔	孔径	孔深	孔距	排距	药卷	装药量
----	----	----	----	----	----	----	-----

类别	机械	(m m)	(m)	(m)	(m)	直径 (mm)	
光爆孔	YT-2	Φ42	4.0	0.5	/	Φ25	120 g/m
缓冲孔	YT-2	Φ42	4.0	1.0		Φ25	240 g/m
主爆孔	YT-2	Φ42	4.0	1.2	1.0	Φ32	0.5~0.7kg /

1.5 地下洞室开挖

1.5.1 洞挖施工方案

1.5.1.1 洞口 30m 范围开挖

(1) 施工程序

洞脸边坡开挖及支护完成后，即开始洞挖施工。首先对洞口进行加固，本标段导流洞进出口以Ⅲ类围岩为主，因此在进洞前做好洞口的锁口锚杆施工，必要时采用锁口锚桩。

由于洞口埋深较浅，开挖前须进行超前支护，视现场地质情况采用超前锚杆、小导管及管棚等超前支护手段。在完成每循环的超前支护后，才进行循环洞挖。每循环进尺后，立即进行系统支护，保证成洞稳定。

(2) 施工方法

洞口段开挖断面尺寸为 4.5×5.5m（宽×高），采用人工

钻爆法全断面开挖，钻孔设备为 YT-28 手风钻。出渣采用 ZL15 装载机端渣出洞后装车运输。

(3) 洞挖作业循环

为保证安全和成洞段稳定，支护施工需要紧跟开挖工作面。因此开挖作业和支护施工的总时间需要作为一个整体施工循环。每完成一个开挖循环后需要进行洞内的系统支护和下一循环的超前支护。导流洞口 30m 范围洞挖，单循环时间按 18.5 小时控制，平均月进尺 80m。初拟的洞口段开挖循环时间见表 1.5-1。

表 1.5-1 洞口 30m 范围洞挖单循环时间表

工序	测	钻	装药爆	排	安全	出	支护	合计
时间	量	孔	破	烟	处理	渣	及其他	
	0.5	6.0	2.0	0.5	0.5	3.0	6	18.5
单循环进尺 2.5m，月平均进尺 80m。								

(4) 钻爆参数

钻爆参数根据本工程的地质条件和工程特点，结合以往类似工程的施工经验进行选定。循环进尺暂定为 2.5m。掏槽形式为十字四空孔掏槽，掏槽孔间距 30cm，主爆孔间排距

75×90cm，周边孔间距 60cm。爆破器材选用乳化炸药、非电毫秒雷管起爆、联网微差爆破。初拟的洞口段爆破参数见表 1.5-2。

洞口段爆破设计见图 YLNY-2012-002-SG-SK-07-02

表 1.5-2 洞口段开挖爆破参数表

参数类别	钻孔机械	孔深 (m)	孔径 (mm)	孔距 (cm)	排距 (cm)	药径 (mm)	单孔药量
掏槽	YT-28	2.7	Φ42	30	/	Φ32	1.8 kg
主爆	YT-28	2.5	Φ42	75	90	Φ32	1.7 kg
光爆	YT-28	2.5	Φ42	60	/	Φ25	120
底孔	YT-28	2.5	Φ42	60	/	Φ25	140

1.5.1.2 洞身段 II、III类围岩开挖

(1) 施工程序

本标段导流洞围岩情况较好，基本属于 II、III类围岩。其中 II类围岩占总洞长的 87%。对于 II、III类围岩洞挖施工，掘进中可不进行超前支护，系统支护施工滞后开挖掌子面 30~50m。这样既可保证洞室稳定又减小了开挖和支护的交叉干扰，达到提高掘进速度的目的。

(2) 施工方法

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/736032124203010131>