

多诺水电站面板堆石坝堆石料场开采规划的编制及堆石料开采

颀建军

(中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,四川成都 610072)

摘要:结合多诺水电站大坝填筑土石方平衡成果,对下坝址料场的开采规划及开采方法进行了系统介绍,可供同类型工程施工参考。

关键词:多诺水电站;面板堆石坝;堆石料场;开采;规划

中图分类号:TV7;TV641;TV52;TV51

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增1-0127-05

1 工程概况

多诺水电站位于四川省阿坝藏族羌族自治州九寨沟县境内的白水江支流黑河上,是白水江干流水电规划“一库七级”开发方案中的龙头水库电站。采用混合式开发方式,工程规模属中型,利用水头 350 m,设计最大引用流量为 37.72 m³/s,装机容量为 2×50 MW,工程等别为三等,永久性主要水工建筑物级别为 3 级。工程按基本烈度 VII 度进行抗震设计。整个工程由首部枢纽、引水系统、厂区枢纽组成。

多诺水电站首部枢纽的拦河大坝为座落在深厚覆盖层上的钢筋混凝土面板堆石坝,最大坝高 112.5 m,大坝底部高程 2 262 m,坝顶高程 2 374.5 m,坝顶宽 10 m,坝顶总长 215.15 m;上游坝坡为 1:1.4,下游平均坝坡为 1:1.5 并设置三级马道,大坝填筑工程量为 1 936 913 m³。

大坝填筑堆石料场选用距离坝址下游约 300 m 的下坝址料场。该料场开采大坝填筑所需要的主、次堆石料及下游堆石料和下游坝面块石护坡料。

2 下坝址料场

料场区内出露的基岩地层为二叠系下统黑河组下段中~薄层长石石英砂岩,夹少量板岩和千枚岩。根据钻孔和平洞勘探资料,该料场板岩、千枚岩单层厚度一般为 0.2~0.3 m,局部可达 1~2 m 含量约占石英砂岩的 15%~20%,岩层总体产状为 N40°~50°W/NE∠60°~75°。该料场构造简单,主要发育两组裂隙:①N40°~60°W/NE∠60°~80°(层面),平直粗糙,长度>5 m,间距为 30~50 cm,大多数结合较紧密,局部夹泥或岩屑;②EW/N∠60°,平直粗糙,间距 40~60 cm,大多数闭合,局部夹泥。强风化水平深度为 5~7 m,主要表现为夹层和裂隙风化,强卸荷水平深度为 30~40 m,裂隙多充填次生夹泥,有强风化夹层分布,比例约为 10%~15%。弱风化水平深度为 60~70 m,裂面多呈中度锈染。

开采范围拟定为高程 2 250~2 470 m,高差 220 m,建议开挖坡比:覆盖层 1:1,强风化岩体 1:0.75,强卸荷岩体 1:0.5,弱风化岩体 1:0.35,微新岩体 1:0.3。建议坡高每 20 m 设置 2 m 宽马道。下坝址料场划分为两个分区(图 1),各分区勘探储量情况见表 1。

表 1 多诺水电站面板堆石坝下坝址料场勘探储量表

高程/m	分区	总储量/万 m ³		有用储量/万 m ³		剥离量/万 m ³		剥采比	
2 250~2 470	I	198	558.5	139	462.5	59	96	0.42	0.21
	II	360.5		323.5		37		0.11	

I 区:沿河长 150 m、宽度为 250 m,开采开口线高程为 2 470 m,底部控制高程为 2 250 m,高差为 220 m,面积约 3.5 万 m²。该区地形较为平缓,

覆盖层分布广泛,最厚处约 50 m,剥离工程量约 59 万 m³,有用层可开采储量约为 139 万 m³,剥采比约为 0.42。

II 区:沿河长 300 m、宽度为 200 m,开采开口

收稿日期:2017-04-29

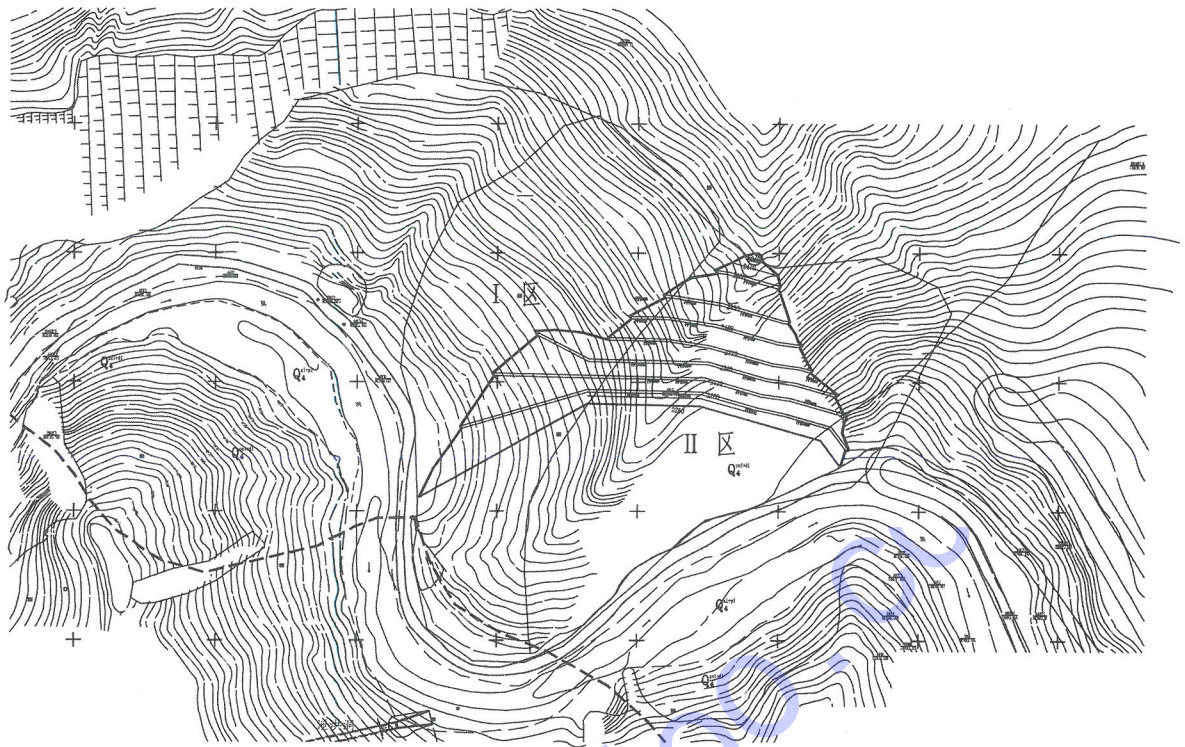


图1 下坝址堆石料场工程地质平面图

线高程为 2 400 ~ 2 470 m,底部控制高程为 2 250 m,开采最大高差为 220 m,面积约为 6 万 m²。该区地形较为陡峭,多为裸露基岩陡坡,仅在坡脚处见少量覆盖层堆积,剥离工程量约为 37 万 m³,有用

层可开采储量约为 323.5 万 m³,剥采比约为 0.11。

3 大坝填筑堆石料需求

根据土石方平衡计算成果,多诺水电站面板堆石坝填筑堆石料需求计划见表 2。

表 2 多诺水电站面板堆石坝填筑堆石料需求计划表

供料时间	料源(或料场名称)及供料量 /m ³				
	下坝址堆石料 开采场	隧洞开挖 弃渣场	八屯河坝砂石骨 料场(制备料)	坝基开挖料 弃渣场(1#渣场)	黄土梁 土料场
2011 年 4 月 3 日 ~2011 年 10 月 25 日	主堆石料:119 827 次堆石料:69 953 下游堆石料:189 620				
2011 年 10 月 26 日 ~2012 年 3 月 14 日	主堆石料:393 988 次堆石料:55 700 主堆石料:236 468	过渡料:62 068	特殊垫层料:9 771 垫层料:37 400		
2012 年 3 月 15 日 ~2012 年 8 月 17 日	次堆石料:256 061 下游堆石料:145 618 块石护坡:5 000				
2012 年 11 月 18 日 ~2012 年 12 月 20 日				坝前铺盖任 意料:83 524	粉质粘土: 18 762
2012 年 12 月 25 日 ~2013 年 3 月 31 日	主堆石料:112 365 块石护坡:8 333	过渡料:92 100	垫层料:35 755		
2014 年 6 月 1 日 ~2014 年 7 月 10 日		过渡料:4 600			

注:表中为压实后实方工程量,实际供料量 = 实方量 × 松方系数 + 挖装运过程中的损耗量。

4 下坝址料场开采规划

4.1 堆石料供应计划

下坝址料场主供大坝填筑所需的主、次堆石料及下游堆石料和下游坝面块石护坡料。依据大坝

填筑堆石料设计指标要求,主堆石料和下游堆石料采用料场微、弱风化或新鲜岩石爆破开采的石料;次堆石料采用料场风化岩层爆破开挖料;下游坝面块石护坡料从主堆石料爆破开采料中选取适当的

粒径使用,不单独进行专门开采。根据大坝填筑堆石料需求计划,下坝址料场供料计划见表3。

表3 下坝址堆石料场供料计划表

项 目	供 料 时 间				
	2011年4月3日 ~2011年10月25日	2011年10月26日 ~2012年3月14日	2012年3月15日 ~2012年8月17日	2012年12月25日 ~2013年3月31日	
主堆石料 /m ³	填筑压实方	119 827	393 988	236 468	112 365
	开采自然方	110 951	364 804	218 952	104 042
	供料量(松方)	149 784	492 485	295 585	140 457
次堆石料 /m ³	填筑压实方	69 953	55 700	256 061	
	开采自然方	64 772	51 574	237 094	
	供料量(松方)	87 442	69 625	320 077	
下游堆石料 /m ³	填筑压实方	189 620		145 618	
	开采自然方	175 574		134 832	
	供料量(松方)	237 025		182 023	
块石护坡料 /m ³	填筑压实方			5 000	8 333
	开采自然方			5 500	9 166
	供料量(石方)			5 250	8 750
供料量合计 /m ³	474 251	562 110	802 935	149 207	
平均开采强度 /万 m ³ · 月 ⁻¹	6.8	12.5	16.1	5	

注:自然方=压实方÷1.08;供料量=压实方×(1.2+5%);块石护坡开采损耗系数、运输损耗系数均取1.05。

4.2 开采范围的选定及储量复核

根据比较结果得知:下坝址料场 I 区覆盖层较厚,且其储量不能完全满足大坝填筑用料量,因此决定放弃,将 II 区作为采区,即主要开采河湾处突出的山脊。选取顶部开口高程为 2 474.54 m,底部终采高程为 2 260 m,覆盖层边坡为 1:1.467,强风化岩体边坡为 1:0.788,弱风化岩体边坡为 1:0.403,微新鲜岩体边坡为 1:0.347,新鲜岩体边

坡为 1:0.375,覆盖层段每 15 m 高差设置一级 2 m 宽马道,岩体段每 30 m 高差设置一级 2 m 宽马道,以此为基础数据进行开挖断面的布置。布置后的开采范围见下坝址堆石料场开采平面布置图(图 2)。经对确定采区进行有用料储量复核得知:其总储量满足大坝填筑堆石料供料需求。该开采区有用料储量复核成果见表 4。

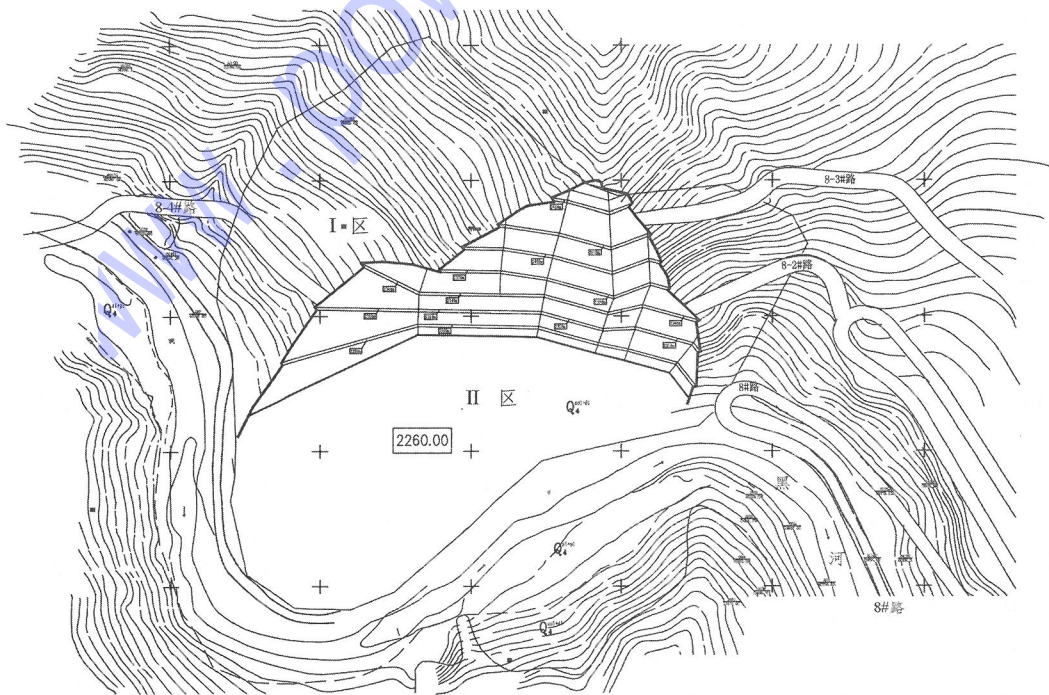


图2 下坝址堆石料场开采平面布置图

表 4 下坝址料场开采区有用料储量复核成果表

高程 /m	有用料储量 /m ³	有用料累计储量 /m ³
2 450		
2 440		0
2 430	3 910	3 910
2 420	6 310	10 220
2 410	15 492	25 711
2 400	20 661	46 373
2 390	25 755	72 128
2 380	39 744	111 872
2 370	56 054	167 926
2 360	65 567	233 493
2 350	76 912	310 405
2 340	108 367	418 773
2 330	127 834	546 606
2 320	145 203	691 809
2 310	178 258	870 066
2 300	197 769	1 067 836
2 290	212 180	1 280 016
2 280	238 621	1 518 637
2 270	250 368	1 769 004
2 260	259 405	2 028 409

注:表中储量数据为自然方(m³)。

4.3 料场开采规划

4.3.1 施工道路布置

下坝址堆石料场开采区上下游长度为 210 m,宽 210 m,开口高程为 2 474.54 m,料场开采至 2 260 m 高程,据此规划料场开采施工道路。

各道路功用如下:

8#道路:布置于料场下游,为料场开采和坝料运输主干道,全长 1 420 m。

8-3#路:布置于开采区下游侧,从 8#道路 2 350 m 高程处岔接,在 2 430 m 高程进入开采面。承担料场采区覆盖层揭顶及高程 2 430 ~ 2 380 m 工作面开采作业、成品料运输任务。

8-2#路:布置于开采区下游侧,从 8#道路 2 335 m 高程转弯处岔接,在 2 350 m 高程进入开采面。承担料场采区 2 380 ~ 2 320 m 高程工作面开采作业、成品料运输任务。

8-4#路:布置于开采区上游侧,下端与沿河公路相接,上端在 2 300 m 高程进入开采面。承担料场采区 2 320 ~ 2 260 m 高程工作面开采作

业、成品料运输任务。

沿河公路:为原有若 ~ 九公路废弃利用,承担料场剥离废料运输及河道淤堵清理任务。

施工道路标准:主运输线路为矿山三级,路面宽度为 9 m,碎石路面,道路坡度控制在 6% 左右,局部坡度不超过 10%。施工便道为等外公路,路面宽度为 4 m,道路坡度不超过 12%。

4.3.2 开采分期

下坝址堆石料场是大坝填筑的唯一供料场,其开采任务十分紧张。为满足大坝各填筑分期的供料需求,将其分为三期进行开采。

一期:主要利用料场上游修建的 8-4#主干路完成开采任务,在临河侧采区向边坡内切入约 130 m,开采顶高程为 2 340 m,一期剥离料 18.07 万 m³,可利用料 42.19 万 m³(为自然方),可满足大坝 I 期填筑供料要求。

二期:主要利用采区下游通往下坝址料场 8#场外主干路为依托,修建 8-3#主干路延伸至采区顶部完成本期开采任务,开采顶高程为 2 474.54 m,开采底高程为 2 380 m,二期剥离料为 12.15 万 m³(自然方),可利用料 11.19 万 m³(自然方)。本期主要目的是完成料场上部剥离和边坡支护,并为料场三期开采创造条件。

三期:利用采区上游 8-4#主干路和采区下游 8-2#主干路完成开采任务,本期开采的主要目的是完成坝体 II 期和 III 期填筑供料需求,三期开采顶高程为 2 380 m,开采底高程为 2 260 m,剥离料 15.57 万 m³(自然方),可利用料 149.46 万 m³(自然方)。紧接二期连续开采可满足大坝 II、III 期和 V 期填筑强度需要。

4.3.3 开采分区

由于坝体填筑需要,在同一时段料场需要提供不同的料源,不同填筑区域的坝料其级配、粒径要求均不相同,因此,开采时,需要对工作面按坝料需要种类、数量进行适当分区。具体做法是:按照需开采的填筑料种类、开采强度要求以及出露岩体的新鲜程度,在梯段中分区布置几个作业面进行不同堆石料开采,不同分区之间要相应分开,以减少施工布置的难度,防止造成相互干扰和成品料混杂。分区的基本原则为:覆盖层剥离和强风化岩体主要作为弃料处理,强卸荷岩体用于次堆石区料源,弱风化和微新岩体强度较高,主要用

作主堆石区和下游堆石区料源。

5 下坝址料场采用的开采方法

5.1 堆石料开采爆破试验

在堆石料大量开采前,结合生产情况在料场采区内进行了爆破试验,以取得合理的施工参数。共进行了过渡层料、主堆石料、次堆石料、下游堆石料四项试验。爆破试验严格按照预先制定的爆破试验大纲进行。

试验场地选择在具有代表性的一期开采区内,试验场长度约50 m,宽度为10~15 m,梯段高度为10 m。每项试验分别进行三次,以便选取最佳爆破参数。

在每次试验开始前,首先根据试验大纲编制爆破设计,根据初选的参数和制定的工艺流程进行试验。爆破结束后,取样进行堆石成品料颗分试验,最后从中优选出合理的工艺参数。

5.2 成品料开采

根据料场地形特点,且因初期开采强度较低,初期选择单台阶多工作面为主的开采方式,沿长度方向布置了多台挖装设备,选择沿河向下游作为临空面,避免了开采料大量下河。后期因开采强度较高,选择了多台阶多工作面为主的开采方式,各台阶沿长度方向布置了多台挖装设备,并以垂直河向为临空面进行开采。当台阶宽度达到35 m时,安排同步进行下层石料的开挖。每层开挖由里向外形成一定的坡势,以防止作业面积水。梯段爆破台阶形成后进行堆石料开采。从2 406 m高程开始,向下共划分22个开采梯段(其中:一期7个梯段,二、三期15个梯段),每层梯段高度为10 m。石方爆破采用非电毫秒导爆管、深孔梯段微差挤压爆破方法。钻孔选用阿特拉斯潜孔钻机,钻孔直径为115 mm,孔内采用连续偶合装药结构,非电毫秒雷管引爆。

为了使每次爆破后的临时边坡较为平整,保证后续开采的爆破质量,每次开挖时,在临时开挖边线处适当加密钻孔并适当减少单孔装药量进行爆破施工。对于料场最终开挖成形的后边坡面采用预裂爆破技术施工。对于靠预裂面的缓冲孔,在爆破时需对其参数进行调整,在保证单位炸药消耗量不变的情况下,适当调整炮孔的间排距、堵塞长度和炮孔深度,以保证这些部位开采出来的

堆石料符合级配要求。

爆破后的堆石料采用TY220型推土机集料,用于2 m³反铲装车,3 m³装载机辅助,经质量检查后将合格的开采料直接用20 t自卸车运输上坝。个别大块石采用液压冲击锤破碎、解小后运至储料场备存或直接运输到坝面进行坝面护坡砌筑。出渣后利用TY220推土机进行作业面清理,局部炮根采用手风钻钻孔,小炮爆除,为下次开采创造条件。

5.3 储料方法

堆石料场开采的成品料直接上坝进行填筑。在开采初期,若大坝尚不具备填筑条件或成品料有富余,则将开采的成品堆石料运至坝址下游河滩的临时储料场储存备用,储料时应均匀倾倒,以保证级配。要求将主次堆石区堆石料分开储料,不得混料。从储料场取料上坝时,采用3 m³装载机装20 t自卸车直接运输上坝。

5.4 安全监测

开采后,由于堆石料场后边坡为陡峻高边坡,因此,需要在料场上部开挖线区域根据情况布置一定数量的观测标点,严密监控料场边坡在开挖过程中的变化,以确保施工安全。

6 结 语

(1)多诺水电站面板堆石坝堆石料场单一,地形地貌较为特殊,初期不便于进行大规模开采。因此,根据其具体特点和大坝填筑料需求情况合理划分堆石料场开采分期,以满足大坝填筑各分期的供料需求非常重要。

(2)多诺水电站面板堆石坝大坝填筑从2011年4月3日开始,至2013年3月31日大坝主体填筑结束。由于料场开采规划基于大坝填筑土石方平衡之上,施工中做到了坝料开采与坝体填筑在时间和空间上的相互匹配,保证了大坝填筑施工进度。

笔者对多诺水电站面板堆石坝下坝址料场的开采规划和开采方法进行了介绍,可供类似工程施工时参考。

作者简介:

颜建军(1963-),男,甘肃陇西人,教授级高级工程师,注册一级建造师,学士,从事水利水电工程施工技术与项目管理工作。

(责任编辑:李燕辉)