乌弄龙水电站渣场优化和调整研究

吴强 字政明 潘登喜 张帆

华能澜沧江水电股份有限公司乌弄龙里底建设管理局

DOI:10.32629/hwr.v3i5.2158

[摘要] 如何能通过对施工渣场进行充分挖潜和优化调整,对控制工程建设成本,整体推进水电工程建设具有十分巨大的影响,也是目前上游水电工程开发中一项十分重要的工作。乌弄龙水电站位于澜沧江上游,是澜沧江上游云南境内开发的第二个梯级电站,工程建设过程中面对着现场征地移民、建设条件变化的实际情况,在建设单位的主导下,联合设计单位做了大量的总布置优化调整研究工作,也通过这些优化调整研究工作,及时调整了设计施工总布置,客服条件变化造成的工程建设瓶颈,在顺利推进工程建设的同时,在成本控制上取得了很好的效果。

[关键词] 上游水电工程开发;渣场;优化;调整

1 工程概况

乌弄龙水电站是澜沧江上游河段梯级开发的第二级电站,下游为里底水电站,上游为古水水电站。坝址位于云南省维西县巴迪乡,坝址下距里底水电站约 19km,维西县县城约 125km;上距德钦县城约 90km(接 214 国道)。

坝址控制流域面积 $8.59 \times 104 \text{ km}^2$,多年平均流量 $744 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水库正常蓄水位 1906.0m,校核洪水位 1908.7m,总库容 2.84 亿 m^3 ;电站装机容量 990MW,保证出力 132MW,多年平均年发电量 41.16 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

1.1 枢纽布置及工程量

1.1.1 大坝

拦河大坝为混凝土重力坝,最大坝高130.5m。工程为二等大(2)型工程,挡水、泄洪、引水及发电等永久性主要建筑物为2级,次要为3级,各建筑物结构安全级别均为Ⅱ级。枢纽主要建筑物由碾压混凝土重力坝、坝身泄洪表孔和底孔及右岸地下厂房系统等组成。拦河大坝轴线为折线布置,坝顶高程1909.50m,建基面高程1779.0m,大坝坝顶轴线长度247.10m,坝顶宽度13m,坝底最大宽度为99.0m。坝体断面上游面垂直,下游坡比1:0.72,坝体断面基本三角形。大坝从左岸到右岸分别布置有左岸挡水坝段、河床泄洪底孔和泄洪表孔坝段、右岸挡水坝段。拦河坝共分12个坝段11条横缝。1#~5#坝段为左岸挡水坝段,长度为105.25m,6#~9#坝段为泄洪坝段,长度为80m,10#~12#坝段为右岸挡水坝段,长度为61.85m。

大坝及泄洪系统混凝土总量约 96.18 万 m^3 ,其中碾压混凝土及变态混凝土约 75.58 万 m^3 ,约占混凝土总量 79%。

1.1.2 泄洪建筑物

溢流表孔共布置3孔,堰顶高程1885.0m,设15m×21m平板检修门和12m×21.5m弧形工作门各一扇。堰面曲线为WES曲线,堰顶上游为二圆弧,堰顶下游为渥奇曲线,曲线接1:0.72的坝坡,以半径为20m的反弧与岸式消力池衔接,采用宽尾墩+岸式消力池消能,3孔表孔最大泄量10465 m^3/s 。

2孔底孔分别位于表孔两侧坝段,进出口底板高程均为1835.00m,孔口尺寸3.5m×6m(宽×高),2孔底孔最大泄量

1338 m^3/s ,最大流速为36.9 m/s ,采用挑流消力池消能。

消力池底板起始位置坝下0+100.00m,终止位置坝下0+154.00m,长54m,为方便施工,在坝下0+127.00m处分缝。库池宽度55.0m,岸池底板高程1795.00m,消力池尾坎坡度为1:2,尾坎高度8m,顶高程为1803.00m。在岸式消力池下游设护坦,防止水流淘刷岸式消力池基础产生破坏。

1.1.3 右岸引水发电系统

电站进水口为岸塔式,采用“一机一孔”布置型式,共4孔,进水口顶部高程为1909.50m。引水隧洞按“一机一洞”平行布置,共4条,长度分别为241.14m~303.25m,隧洞直径9.2m。电站厂区洞室群布置格局为:电站厂房、主变室、尾调室(兼尾闸室)采用平行布置。主厂房、副厂房和安装间呈“一”字形布置,安装间及进厂交通洞布置在主厂房右侧,通风机房位于左侧。地下厂房尺寸189m×26.7m×75.1m(长×宽×高),主厂房内安装4台单机额定容量247.5MW的立轴混流式水轮发电机组,采用一机一缝的布置方式,厂内布置2台桥式起重机,中控楼布置在左岸坝顶。

1.1.4 导流工程

乌弄龙水电站采用全年导流,导流隧洞共两条,均布置于左岸。1#导流隧洞进口高程1813.0m,洞身长655.64m,洞身为方圆型断面,断面尺寸为11.5m×15.5m;2#导流隧洞进口高程1813.0m,洞身长738.20m,洞身为方圆型断面,断面尺寸为11.5m×15.5m。上游围堰堰顶高程1856.5m,最大堰高48.5m。下游围堰堰顶高程1828m,最大堰高21m。上、下游围堰堰体防渗采用土工膜心墙,堰基防渗采用混凝土防渗墙。

1.1.5 主要施工附属工程

根据电站枢纽布置特点及料源情况,设置一座砂石加工系统、一座炸药库、一座工地油库,且都与里底水电站共用,砂石加工系统布置在左岸大坝下游保打塘村,距坝址约9km,简称保打塘砂石加工系统。乌弄龙水电站主体工程各主要施工工程布置于洛科渣场顶。枢纽区分别布置左岸大坝混凝土拌合系统及右岸厂房混凝土拌合系统。施工供水系统采用集中统一布置,取水点设在库区结义坡沟内,场内铺设供水钢

管至个工作面。

乌弄龙工程设置 2 台 30t 缆机, 布置采用双平移式, 左岸缆机基础平台高程 1958m, 右岸缆机基础平台高程 1953m。

工程于 2010 年 7 月开工, 2014 年 11 月大江截流, 2016 年 10 月开始大坝混凝土浇筑, 2018 年 11 月下闸蓄水, 2019 年 12 月底工程完工。

1.2 施工总布置设计

本工程地处深山峡谷, 坝址附近支沟多为泥石流沟, 可资利用的滩地、支沟、坡地和可供布置的施工场地较少。施工总布置依据踏勘调研成果, 结合现场实际进行规划设计, 渣场选择以冲沟、沿江滩地、阶地填筑为主, 施工场地也只能依靠填筑渣场后形成。

1.3 渣场规划

乌弄龙水电站总计开挖量(自然方)约 811.66 万 m³, 折合松方(含压实)约 1136.23 万 m³, 扣除河床上游围堰永久填筑(减去拆除)约 48.3 万 m³外, 还需要弃渣(松方)约 1088 万 m³。

乌弄龙电站布置了 7 个永久渣场, 1#上游库区华丰坪渣场(规划容渣量 140 万 m³)、2#上游库区自古渣场(规划容渣量 145 万 m³)、3#上游库区大石头渣场(规划容渣量 155 万 m³)和 4#上游库区结义坡渣场(规划容渣量 105 万 m³)、5#下游乌弄龙村渣场(规划容渣量 30 万 m³)、6#下游者皆渣场(规划容渣量 205 万 m³)和 7#下游洛科渣场(规划容渣量 340 万 m³), 共 7 个渣场, 规划渣场容量 1120 万 m³。规划渣场及弃渣流向见表 2-1。

表 2-1 规划乌弄龙电

站土石方平衡计算及渣料流向表

项目	开挖工程量		填筑利用	拆除	利用量合计	
	自然方	松方	折合松方	折合松方	合计自然方	合计松方
					合计自然方	合计松方
					(万 m ³)	(万 m ³)
导流洞进出口围堰			-9.51	9.51	6.56	9.51
河床横向围堰			-80.41	32.12	33.3	48.29
导流洞封堵围堰			-2.71	2.71	1.87	2.71
13.7km 过坝路	89.5	125.3				
场内交通及临建	49.07	68.7				
燕子崖料场开采弃料	90.95	127.33				
左坝肩 1852m 开挖以上	87.5	122.5	-9.51			
支洞、导流洞开挖	114.82	160.7	-83.12			
交通洞、厂房及下游洞室	127.56	178.6				
电站进水口开挖	28.76	40.26				
右坝肩 1909.5m 以上开挖	115.31	161.43				
基坑及消能区防护开挖	108.19	151.47				
总计	811.66	1136.3				

项目	弃渣场规划(弃渣容量万 m ³)							弃渣量
	左岸华丰坪渣场(18.5 km)	右岸自古渣场(8.0 km)	左岸大石头渣场(6.3 km)	左岸结义坡渣场(1.0 km)	左岸下游乌弄龙渣场(1.1 km)	右岸下游者皆渣场(9.4 km)	右岸下游洛科渣场(10.4 km)	
	140	145	155.0	105	30	205	340	
导流洞进出口围堰		9.51						9.51
河床横向围堰	12.12	20						32.12
导流洞封堵围堰			2.71					2.71
13.7km 过坝路	125.3							125.3
场内交通及临建			68.7					68.7
燕子崖料场开采弃料							127.33	127.33
左坝肩 1852m 开挖以上		50.99	50				12	112.99
支洞、导流洞开挖			32.58	(倒渣 83.12)、堆 15	30			77.58
交通洞、厂房及下游洞室		23.61				47	107.99	178.6
电站进水口开挖						35.26	5	40.26
右坝肩 1909.5m 以上开挖		40				121.43		161.43
基坑及消能区防护开挖				83.12			68.35	151.47
总计	137.42	144.11	153.99	98.12	30	203.69	320.67	1088

表 2-2 调整后乌弄龙电站土石方平衡计算及渣料流向表

项目	开挖工程量		填筑利用	拆除	利用量合计	
	自然方	松方	折合松方	折合松方	合计自然方	合计松方
					合计自然方	合计松方
					(万 m ³)	(万 m ³)
导流洞进出口围堰			-9.51	9.51	6.56	9.51
河床横向围堰			-80.41	32.12	33.3	48.29
导流洞封堵围堰			-2.71	2.71	1.87	2.71
场内交通及临建	49.07	68.7				
燕子崖料场开采弃料	120	168				
左坝肩 1852m 开挖以上	87.5	122.5	-9.51			
支洞、导流洞开挖	114.82	160.7	-83.12			
交通洞、厂房及下游洞室	127.56	178.6				
电站进水口开挖	28.76	40.26				
右坝肩 1909.5m 以上开挖	115.31	161.43				
基坑及消能区防护开挖	108.19	151.47				
总计	751.21	1051.7				

项目	弃渣场规划（弃渣容量万 m³）						弃渣量
	上游 8# 渣场	保打塘剥离料场	左岸大石头渣场（6.3km）	左岸结义坡渣场（1.0km）	左岸下游乌弄龙渣场（1.1km）	右岸下游者皆渣场（9.4km）	右岸下游洛科渣场（10.4km）
	30	103	155.0	105	30	205（280 复核可容渣量）	340
导流洞进出口围堰				9.51			9.51
河床横向围堰				20		12.12	32.12
导流洞封堵围堰						2.71	2.71
场内交通及临建			68.7				68.7
燕子崖料场开采弃料						40.67	127.33
左坝肩 1852m 开挖以上		62.99	50				112.99
支洞、导流洞开挖	27.58	20		（倒渣 83.12）	30		77.58
交通洞、厂房及下游洞室		10				70.61	97.99
电站进水口开挖			35.26			5	40.26
右坝肩 1909.5m 以上开挖						121.43	40
基坑及消能区防护开挖				73.12		10	68.35
总 计	27.58	92.99	153.96	102.63	30	259.83	336.38

2 施工总布置优化调整

2.1 渣场优化调整

项目实施阶段，实际弃渣工程量、渣场使用的边界条件发生了一些变化，主要表现在：

2.1.1 上游 18.5km 的华丰坪渣场、8km 的自古渣场运距较远，且自古渣场需要修建索道桥，投资较大、运输成本高。

2.1.2 左岸通往自古渣场、华丰坪渣场的原德～维公路受沿江二级公路正在的建设期，沿线K193滑坡体的处理，对渣场启动及出渣交通造成极大影响，渣场不具备使用条件。

2.1.3 因征地问题各渣场的投入时间不能满足建设进度要求，尤其是者皆、洛科渣场的问题突出，与规划阶段的前提条件发生较大变化，对整个工程建设造成较大的制约。

2.1.4 进场 13.7km 改建过坝路等级由三级路改为二级公

路，建设主体变更为政府，开挖弃渣不进入电站规划渣场，将减少弃渣125.3万m³。燕子崖料场因地质勘查等因素无用料增加41万m³，总体弃渣较原设计有所减少。

2.1.5 场内上游低线路沿江地形条件较好，具备新增渣场条件，经论证，可消化弃渣 30 万 m³。

2.1.6 场内临时场地及交通道路填渣可消化部分工程弃渣。同时，也解决因洛科渣场顶施工场地无法提供带来的施工场地问题。其中，利用原里底电站规划的保打塘料场剥离料渣场闲置有利条件，可消化堆存乌弄龙电站弃渣约 103 万 m³。

2.1.7 规划的者皆渣场经建设单位现场实际地形复核，堆渣容渣量实际为280万m³以上，较设计规划容量增大80万m³以上。

鉴于以上现场实际条件的变化，工程具备了重新规划渣场的条件和必要。经全面分析和论证，乌弄龙电站对工程建设渣场作了全面调整。调整后的渣场及弃渣流向见表

2.2 主要成果如下：

2.2.1 经复核调整，乌弄龙水电站总计开挖量（自然方）约 751.21 万 m³，折合松方（含压实）约 1051.7 万 m³，扣除河床上游围堰永久填筑（减去拆除）约 48.3 万 m³ 外，还需要弃碴（松方）约 1003.4 万 m³。减少弃渣 85 万 m³。

2.2.2 取消自古、华丰坪渣场及自古渣场索道桥，经综合调整渣场规划，节约工程建设投资（含运费减少差价）1.5 亿元。

2.2.3 形成了厂区保打塘片区施工场地及工区3#片区场地，解决了因洛科场地无法提供工程带来的工程建设瓶颈问题，极大推进工程建设。

【参考文献】

[1]马书国,方增强,桑健生.大型弃渣场堆置要素设计[J].江淮水利科技,2018(5)15-18.
[2]纪强,王治国.性形式下加强水利水电工程弃渣场设计与审查的思考[J].水利规划与设计,2016(12):117-120.
[3]李俊.某电厂 600MW 超临界机组锅炉燃烧优化调整试验研究[J].冶金与材料,2019(03):7-8.