

硬梁包水电站开挖料规划利用

胡 鹏¹, 张慧霞¹, 乔 曙², 温哲昊²

(1. 中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司, 四川 成都 610072; 2. 四川华能泸定水电有限公司, 四川 泸定 626100)

摘要:硬梁包水电站充分利用工程开挖料满足了工程所需填筑料、混凝土骨料、垫层料、振冲填料等, 剩余开挖料还用于库区垫高防护工程, 回采利用率达到 95%。工程开挖料利用结合开挖料种类、料源需求、施工总进度、转存料场布置等统筹规划、合理利用, 既解决了弃渣难的问题又节省了工程投资, 可供其他工程参考。

关键词:硬梁包水电站; 工程开挖料; 回采利用

中图分类号: TU753.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)01-0044-04

Utilization Planning of Excavated Materials for Yingliangbao Hydropower Project

HU Peng¹, ZHANG Huixia¹, QIAO Shu², WEN Zhehao²

(1. PowerChina Chengdu Engineering Co., Ltd., Chengdu Sichuan 610072;

2. Sichuan Huaneng Luding Hydropower Co., Ltd., Luding Sichuan 626100)

Abstract: Yingliangbao Hydropower Project makes full use of the excavated materials to meet demand of filling materials, concrete aggregates, cushion materials, vibratory fillings, etc. The remained excavated materials are also used for the protection project of the reservoir area. The utilization rate reached 95%. The utilization of the excavation materials in the project is combined with the overall planning and rational utilization of the types of excavation materials, the demand for material sources, the overall progress of the construction, and the layout of the dumping material yard, which not only solves the problem of waste slag, but also saves the project investment. Experience mentioned above can be used as reference for other projects.

Key words: Yingliangbao Hydropower Project; Engineering excavated material; Recovery and utilization

0 前 言

硬梁包水电站位于四川省甘孜藏族自治州泸定县境内, 是大渡河干流 28 级水电规划的第 14 梯级电站, 上游为泸定梯级, 下接大岗山梯级。首部枢纽距泸定县城约 25 km, 对外交通较为方便。硬梁包水电站主要由首部枢纽、引水系统、厂区枢纽三部分构成, 采用引水式开发。电站总装机容量 1 116 MW。

首部枢纽从左岸至右岸依次为进水口、生态电站、闸坝、面板坝、鱼道等建筑物。其中首部枢纽混凝土闸坝高度 38 m; 面板坝坝顶长约 303 m, 上游坝坡 1:1.5, 下游坝坡 1:1.8, 坝顶高程 1 248.50 m; 引水系统布置于大渡河左岸, 主要由引水隧洞、调压室和压力管道等建筑物组成, 两条引水隧洞平行布置, 平均长度 14 km, 洞径 13.3 m, 间距为 60.0 m; 厂区发电枢纽建筑物主要由

地下厂房、主变室、尾水建筑物、地面开关站以及进厂交通洞、进风洞等附属洞室组成。

1 工程开挖料概况

工程开挖料总量约 1 037 万 m³, 其中石方洞挖量约 721 万 m³, 石方明挖量约 18 万 m³, 基坑砂卵石开挖量约 215 万 m³; 覆盖层开挖约 83 万 m³。

1.1 工程洞挖料

该工程引水隧洞、调压室、压力管道、厂房及尾水系统等枢纽工程石方洞挖总量约 721 万 m³。

工程洞挖料主要为花岗岩、闪长岩、辉绿岩。在引水线路沿线取样, 并做了原岩试验、人工骨料轧制试验和碱活性试验等。

试验结果表明, 原岩的饱和抗压强度远大于 40 MPa, 冻融重量损失远低于 5%, 满足规范《水电工程天然建筑材料勘察规程》^[1]及《水电工程料源选择与料场开采设计规范》^[2]要求, 可用于配制混凝土; 原岩轧制的混凝土骨料基本满足《水工混

收稿日期: 2022-08-05

凝土施工规范》^[3]对配制高强度等级混凝土的要求;根据《水工混凝土砂石骨料试验规程》^[4],进行碱性检验(化学法、砂浆长度法、砂浆棒法),碱性检验结果显示:厂址区闪长岩为具有潜在危害反应的活性骨料,花岗岩和辉绿岩为非活性骨料。

工程洞挖料约60%可用作混凝土骨料料源,总量约433万 m^3 ,其中约399万 m^3 为非活性骨料(34万 m^3 为F4断层上盘闪长岩,具有潜在危害反应的活性骨料),剩余洞挖料均可作为导流及大坝填筑料料源。

1.2 工程砂卵石开挖料

工程首部枢纽闸坝、面板坝、导流明渠砂卵石开挖总量约215万 m^3 ,可用作混凝土骨料的总量约147万 m^3 ,其中导流工程开挖料约59万 m^3 ,首部枢纽闸坝、面板坝开挖料约88万 m^3 。

砂卵石开挖料以含漂砂卵石层为主,局部砂卵石集中分布,呈透镜体状。成分以闪长岩,花岗岩为主,夹辉绿岩,卵石多呈次圆状、次棱角状。

砂卵石全级配合砂率为21.98%~32.85%,平均为26.97%,大于150mm的超径含量为15.34%~21.22%,平均为17.91%。

粗骨料干松堆积密度平均为1.82 g/cm^3 ,紧密堆积密度平均为2.00 g/cm^3 ,表观密度平均2.76 g/cm^3 ,粒度模数平均7.82,含泥量、软弱颗粒含量、针片状含量等其余各项指标均满足规范要求。砂卵石全级配合砂率为21.98%~32.85%,平均为26.97%,大于150mm的超径含量为15.34%~21.22%,平均为17.91%。粗骨料干松堆积密度平均为1.82 g/cm^3 ,紧密堆积密度平均为2.00 g/cm^3 ,表观密度平均2.76 g/cm^3 ,粒度模数平均7.82,含泥量、软弱颗粒含量、针片状含量等其余各项指标均满足规范要求。细骨料表观密度平均2.75 g/cm^3 ,紧密堆积密度平均为1.74 g/cm^3 ,孔隙率平均为36.63%,细度模数平均为2.76,平均粒径为0.43mm,绝大部分属中砂,个别为细砂。试验成果表明,除细骨料的含泥(泥块)量超标外,其余指标均满足规范要求^[5]。

根据《水工混凝土砂石骨料试验规程》骨料碱性检验(化学法)评定标准,砂卵石开挖料为非碱性骨料。

2 开挖料利用规划

2.1 混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩料源

该工程混凝土(含喷混凝土、地下连续墙、混凝土防渗墙)总量约249万 m^3 、反滤料约5万 m^3 、垫层料约3万 m^3 、振冲碎石桩料约19万 m^3 ,共计276万 m^3 。共需成品砂石骨料约625万t,毛料约781万t(折合314万 m^3)。

该工程可作为混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩料源的洞挖料约399万 m^3 ,砂卵石开挖料约147万 m^3 ,合计约546万 m^3 。混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩料源规划结合砂石系统设置及料源分布规划如下:

(1)首部枢纽料源规划。根据砂石加工系统设置方案,拟在首部设置一个砂石加工系统,供应首部枢纽工程、导流工程约96万 m^3 混凝土(含喷混凝土、地下连续墙、混凝土防渗墙)、5万 m^3 反滤料、3万 m^3 垫层料、19万 m^3 振冲碎石桩填料所需成品骨料,共生产成品砂石骨料约279万t,毛料设计需要量约348万t(折合151万 m^3),规划开采量约212万 m^3 。根据工程开挖料可利用情况,优先就近利用首部枢纽基坑砂卵石开挖料147万 m^3 ,另外65万 m^3 利用引水隧洞1号及2号施工支洞工作面开挖的主洞料。料源堆存于首部暂存场,回采用作混凝土骨料料源。

(2)引水隧洞1~7号施工支洞工作面及厂房枢纽。根据砂石加工系统设置方案,拟在隧洞工区,引水隧洞4号支洞口附近的刘河坝场地设置刘河坝砂石加工系统,供应引水隧洞1~7号施工支洞工作面及厂房枢纽约153万 m^3 混凝土所需的成品砂石骨料,共计约346万t,毛料设计需要量约432万t(折合163万 m^3),规划开采量约228万 m^3 。料源利用引水隧洞3~7号施工支洞洞挖料约133万 m^3 ,厂区枢纽洞挖料约96万 m^3 可用作混凝土骨料。料源的洞挖料堆存于刘河坝砂石系统毛料堆存场,回采用作混凝土骨料料源。

综上,该工程混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩填料料源规划开采量为440万 m^3 ,其中包含147万 m^3 砂卵石开挖料,295万 m^3 石方洞挖料。混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩填料料源规划表见表1。

2.2 填筑料、压重料及块石料料源

该工程导流工程及首部枢纽工程共需填筑料

表 1 混凝土骨料、反滤料、垫层料、振冲桩填料料源规划表

项目	供应区域	混凝土量 /万 m ³	反滤料 /万 m ³	垫层料 /万 m ³	振冲桩 /万 m ³	成品料 /万 t	毛料量 /万 t	毛料设计 需要量	规划开采量	料源
									/万 m ³ 设计需要 量 * 1.4	
首部砂石加工系统	首部枢纽	96	5	3	19	279	348	151	212	扯索坝暂存料场料规划回采砂卵石料 147 万 m ³ 、首部下右岸右岸暂存料场规划回采洞挖料 65 万 m ³ 刘河坝砂石系统毛料堆存场规划回采引水隧洞 3~7 号洞挖料 133 万 m ³ , 厂区枢纽洞挖料 96 万 m ³
刘河坝砂石加工系统	引水隧洞	153				346	432	163	228	
合计		249	5	3	19	625	780	314	440	

206 万 m³(压实方)。根据料源规划,设计需要量约为 204 万 m³(自然方,下同),规划开采量约为 255 万 m³。其中包含 43 万 m³ 砂卵石开挖、167 万 m³ 石方洞挖料和 45 万 m³ 覆盖层开挖料。

导流及首部枢纽工程均填筑料料源优先利用该部分满足要求的开挖料,不足部分从长沙坝暂存

料场、磨子沟回采渣场回采洞挖料补充。但为保证料源质量,大坝堆石料、过渡料,导流工程围堰填筑料均需采用洞挖料。块石料、大块石回填料、大块石等填筑料可利用河床砂卵石料中的大块石料,若不足,可利用首部上下游河道中大块石料补充。填筑料、压重料及块石料料源规划表见表 2。

表 2 填筑料、压重料及块石料料源规划表

项目	料源	设计工程量	设计需要量	规划开采量	备注
		(压实方/万 m ³)	(自然方/万 m ³)	(自然方/万 m ³)	
明渠围堰过渡料、填筑料、块石料	1 号、2 号支洞工作面主洞洞挖料	14	13	16	长沙坝暂存料场回采
导流明渠石渣填筑料、换填料、块石料	导流明渠开挖料	12	14	18	首部下右岸暂存料场回采导流明渠开挖料
主河床上下游围堰过渡料、填筑料、块石料	1 号、2 号支洞工作面主洞洞挖料	19	18	22	长沙坝暂存料场回采
闸坝砂砾回填料	枢纽工程基坑砂卵石开挖料	8	10	12	
闸坝大块石回填料	枢纽工程基坑砂卵石开挖料	2	2	3	乌支索暂存料场回采
生态电站砂卵石回填料	枢纽工程基坑砂卵石开挖料	7	8	10	
大坝堆石料、过渡料、大块石	磨子沟渣场 II 区洞挖渣料	40	35	44	磨子沟渣场回采
大坝压重料	优先回采首部开挖料,不足部分回采磨子沟 II 区洞挖渣料	104	104	130	扯索坝大桥暂存料场回采,磨子沟渣场回采
合计		206	204	255	

2.3 库区垫高防护料源

工程开挖料总量约 1 037 万 m³(自然方,下同),工程混凝土骨料及填筑料料源规划开采总量约 696 万 m³,场平料约 47 万 m³,剩余料约 295

万 m³ 均为库区垫高防护工程填筑料料源,其中 50 万 m³ 堆存于彩虹桥渣场,其位于下游大岗山水电站正常蓄水位以下,无法回采,能用于库区垫高防护工程的工程开挖料总计约 245 万 m³(其中

45 万 m³ 处于垫高防护区,无需转运;约 200 万 m³ (防护区)。

位于暂存料场及回采渣场,需转运至库区垫高防

硬梁包水电站开挖料利用规划表见表 3。

表 3 硬梁包水电站开挖料利用规划表

项 目	开挖量 /万 m ³	可作为 混凝土 骨料料 源数量	可作为 填筑料 料源 数量	规划利用量			剩余量	回采存料场及渣场		
				混凝土 骨料料源 规划 开采量	填筑料 料源规划 开采量	场平 填渣料				
首部 枢纽	导流 工程	基坑 砂卵石 开挖	88	59	29	59	18	11	混凝土骨料料源从扯索 坝暂存料场回采 填筑料料源从首部下游 右岸暂存料场回采	
	闸坝、面板坝 生态电站 鱼类增殖站	基坑砂 卵石开 挖	127	88	39	86	25	16	混凝土骨料料源从扯索 坝暂存料场回采 填筑料料源从乌支索暂 存料场回采	
	工程 边坡	覆盖层 开挖	54		54		45	9	填筑料料源从乌支索暂 存料场、扯索坝大桥暂 存料场回采	
引水 隧洞 施工	1号、2号 支洞 工作面	石方 洞挖	134	80	54	67	38	29	混凝土骨料料源从首部 下游右岸暂存料场回采 填筑料料源从长沙坝暂 存料场回采	
	3号、4号 支洞 工作面	石方 洞挖	151	91	60			43	混凝土骨料料源从刘河 坝砂石系统毛料堆存场 回采 填筑料料源从磨子沟渣 场回采	
	5号、6号 支洞 工作面	石方 洞挖	154	92	61					
	7号支洞 工作面	石方 洞挖	46	27	18					
	调压室	石方 洞挖	64	39	26	95		23	混凝土骨料料源从彩虹 桥渣场回采 填筑料料源从磨子沟渣 场回采	
	压力 管道	石方洞挖	8	5	3					
	厂区	石方洞挖 (潜在 碱活性)	56	34	22			56		
厂房 枢纽	尾水连接管、 尾闸室、 尾水洞	石方洞挖	108	65	43			108		
	开关站	覆盖层 开挖	25					25	做场平填渣料	
	尾水 出口	覆盖层 开挖 石方 明挖	4 18					4 18		
开挖量合计 (自然方)			1 037	580	409	440	255	47	295	其中约 50 万 m ³ 位于大岗山水位以下

3 结 语

该工程,总量中作为砂石骨料利用的规划开
采量为约 440 万 m³;作为填筑料使用的规划开

量约 255 万 m³;作为场平填渣料使用的规划开
采量约 47 万 m³(18 万 m³ 石方明挖料及 29 万 m³

(下转第 63 页)

4.4 应急处置措施

为保证整个施工能安全有序地开展,降低安全风险,项目部应成立应急管理领导小组、应急救援队伍,及时解决应急能力建设管理中存在的问题,制定措施,安排应急能力建设等工作。同时要根据《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》编制符合该项目的《应急管理制度》《应急救援预案》《现场处置方案》。预案要明确应急救援的组织机构和职责、预防与预警、应急响应、新闻发布、后期处置、应急保障、培训与演练、奖惩等通用内容。预案制定后,要及时开展应急预案的培训与演练,从实战的角度去体验事故中的应对技巧经验和自我保护所需注意的事项,提高应急管理人员应急处置能力,确保应急救援工作能安全、及时、有效开展。做好应急监测与预警能力,与地方政府、工程区内其余施工单位等建立应急救援互助协议,及时了解可能出现的紧急情况,确保在应急处置过程中能得到更有效的帮助。

5 结 语

长大不良地质隧洞施工中安全管理需要各级管理人员和作业人员要高度重视安全生产工作,将“安全第一”的原则和理念贯彻落实到日常管理过程和生产施工过程中,自觉遵守守纪,规范自身行为,有效防范化解各类安全风险隐患。施工过程中的安全风险管控和隐患排查治理格外重要,

(上接第 47 页)

覆盖层开挖料);作为库区垫高防护使用的规划开采量约 245 万 m^3 。仅 50 万 m^3 位于下游大岗山水电站正常蓄水位以下,无法回采利用,该工程开挖料利用率达 95%。

基于对工程开挖料的统筹规划,合理分配,开挖料为工程混凝土骨料及填筑料料源,施工期回采后,各暂存料场、渣场剩余的渣料全部回采用于库区垫高防护区填筑料,最终无剩余渣料,无需设置弃渣场,规避了永久堆渣可能造成的泥石流次生灾害风险,减少了总占地面积。回采利用工程开挖料对于减少工程弃渣对环境的影响,节约工程投资均具有重要意义,可供其他工程参考。

参考文献:

[1] 《水电工程天然建筑材料勘察规程》[S].

将分险等级降到最低,将安全隐患消除到位,保证了隧洞施工的安全和效益。安全管理有效实际管理是提升项目管理水平的重要部分,是工程建设顺利推进的保护伞。

参考文献:

[1] 杨秀权,平正杰.复杂地质条件下长大隧道施工安全管理对策探讨[J].隧道建设,2009,29(S2):7-12.
[2] 覃家秀.隧道施工的安全管理工作研究[J].企业科技与发展,2018,(9):209-210.
[3] 田惠生.山区高速公路隧道施工安全控制[J].交通世界,2019,(13):116-117.
[4] 叶智聪.隧道施工安全管理及坍塌应对处置措施[J].智能城市,2021,7(17):81-82.
[5] 唐志强.水利工程施工的质量控制与安全隐管理探究[J].建筑技术开发,2021,48(20):141-142.

作者简介:

虞 舜(1988-),男,云南祥云人,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

李家诚(1996-),男,云南腾冲人,本科,助理工程师,从事水利水电工程项目施工安全管理工作;

庞 志(1987-),男,湖北咸宁人,本科,助理工程师,从事水利水电工程项目施工技术管理工作;

袁 鹏(1988-),男,湖北荆门,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

殷云清(1981-),男,陕西咸阳,本科,工程师,从事水利水电工程项目施工管理工作;

范庆龙(1973-),男,重庆丰都人,硕士研究生,高级工程师,注册一级建造师、注册安全工程师,从事水电工程建设管理工作。
(责任编辑:吴永红)

[2] 《水电工程料源选择与料场开采设计规范》[S].

[3] 《水工混凝土施工规范》[S].

[4] 《水工混凝土砂石骨料试验规程》[S].

[5] 何良,张理理,王君.硬梁包水电站混凝土骨料料源选择[J].中国水能及电气化,2011(5):48-53.

作者简介:

胡 鹏(1996-),男,四川成都人,中国电建成都勘测设计研究院有限公司,助理工程师,学士,从事水利水电工程施工组织设计工作;

张慧霞(1982-),女,河南开封人,中国电建成都勘测设计研究院有限公司,正高级工程师,学士,从事水利水电工程施工组织设计工作;

乔 曙(1982-),男,江苏淮安人,四川华能泸定水电有限公司,高级工程师,硕士,从事项目合同管理工作;

温哲昊(1992-),男,四川成都人,四川华能泸定水电有限公司,工程师,学士,从事水利水电工程管理工作。
(责任编辑:吴永红)