

攀钢尾矿用作金沙水电站混凝土骨料可行性分析

彭海波¹, 温革²

(1. 四川省能投攀枝花水电开发有限公司, 四川 攀枝花 617068;

2. 长江勘测规划设计研究院, 湖北 武汉 430010)

摘要:攀钢尾矿库位于攀枝花市区左岸后缘山顶,至金沙水电站坝址区交通条件好且尾矿堆存量巨大。如果能通过研究,将攀钢尾矿用作金沙水电站混凝土骨料,既符合国家可持续发展战略,也可大大增加骨料来源的可靠度,降低因开挖料利用率偏高引起的现场管理难度,不致因骨料供应问题影响工程进度,同时还可保护环境,节约投资,对具备类似条件的水电工程开发也可起到良好的示范效应。

关键词:金沙水电站;攀钢尾矿;混凝土骨料;可行性分析

中图分类号:TV7;TV22;TV42

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2018)06-0141-03

1 工程概述

金沙水电站是金沙江中游十级水电枢纽梯级规划的第九级,位于金沙江中游攀枝花市西区河段,上距观音岩水电站坝址 28.9 km,距攀枝花市区 11 km,下距银江水电站坝址 21.3 km。工程以发电为主,同时兼有供水、改善城市水域景观和取水条件、对观音岩水电站进行反调节等综合效益。电站最大坝高 66 m,坝顶高程 1 027 m,坝轴线长度为 394.5 m;水库正常蓄水位高程 1 022 m,死水位高程 1 020 m,总库容为 1.08 亿 m³,调节库容 1 120 万 m³,具有日调节功能,控制流域面积 25.89 万 km²,多年平均流量 1 870 m³/s;电站总装机容量为 560 MW(4 × 140 MW),多年利用小时数为 4 540 h,多年平均年发电量为 21.77 亿 kW·h。电站建设周期为 7 a,总投资约 74.23 亿元,2020 年首台机组发电,2021 年工程竣工。

金沙水电站混凝土总量为 150.97 万 m³(含喷混凝土),计及临建工程和损耗,共需混凝土骨料 165.91 万 m³。

2 混凝土骨料料源

2.1 开挖利用料

金沙水电站坝轴线下游侧左岸安装场、厂房、右岸导流明渠下游等部位的基岩为正长岩。弱风化岩体的开挖量为 102 万 m³,微风化岩体的开挖量为 79 万 m³,可利用量合计为 181 万 m³。

为降低工程造价,混凝土骨料可以利用工程

弱风化和微新岩体开挖料,不足部分从石料场开采或从市场购买。

2.2 老花地人工骨料场

老花地人工骨料场位于老花地冲沟北侧临江山坡,地表高程为 1 100 ~ 1 300 m,坡角为 30° ~ 40°;高程 1 210 m 以上稍缓,坡角为 20°左右。料场北侧冲沟规模较小;南侧冲沟规模较大,即老花地泥石流沟。料场距坝址约 4.4 km,现有 3#公路通至坝区、渣场,交通便利。

料场区大部分地段基岩裸露,地层岩性为二叠系上统峨嵋山组(P3em)玄武岩,暗绿色,以致密状为主,少量为杏仁状构造;玄武岩岩体在地表以下 20 m 范围内裂隙发育,岩体破碎,多呈镶嵌结构,符合混凝土人工骨料的质量要求。料场区顺河长约 300 m,面积约 10 万 m²,全、强风化带厚度为 10 ~ 15 m。弱风化带与微新岩体天然储量为 425 万 m³,其中微风化岩体天然储量为 349 万 m³;开挖剥离层厚度为 8 ~ 15 m,剥离方量约 113 万 m³,剥采比为 0.27。

2.3 攀钢尾矿料

攀钢尾矿料至坝址距离约 24 km。攀钢尾矿料分布高程为 1 130 ~ 1 340 m,顺江长 2 km,纵向宽 1 ~ 1.6 km,面积 3.2 km²,堆填厚度为 60 ~ 100 m,坡度为 30° ~ 40°。料场前缘地形破碎,沟壑发育,发育洗槽里、夹皮沟、道沟及大河沟等冲沟。弃渣场目前无变形迹象,现状稳定性较好。

尾矿料以粗颗粒为主,块径一般为 30 ~ 50

cm,小者为2~10 cm,少量大者为1~2 m,棱角状。尾矿岩性主要为辉长岩,具有辉长结构,主要由单斜辉石、斜长石和铁质不透明矿物组成。尾矿岩石颗粒密度为 $2.96 \sim 3.08 \text{ g/cm}^3$,块体饱和密度为 $2.94 \sim 3.07 \text{ g/cm}^3$,块体干密度为 $2.94 \sim 3.06 \text{ g/cm}^3$,吸水率为 $0.09\% \sim 0.33\%$,饱水率为 $0.17\% \sim 0.41\%$ 。饱和抗压强度为 $55.1 \sim 144 \text{ MPa}$,饱和弹性模量为 $16.2 \sim 45.6 \text{ GPa}$,饱和变形模量为 $12.5 \sim 38.4 \text{ GPa}$,饱和泊松比为 $0.25 \sim 0.29$,软化系数为 $0.6 \sim 0.95$,均值为 0.8 ,总体属于不软化岩石,个别低于 0.75 (与取样有关)。物理力学指标均符合规程规定的质量技术要求(表1)。砂浆棒快速法碱活性检测试验结果表明:3组岩样14 d膨胀率为 $0.008\% \sim 0.016\%$,小于 0.1% ;28 d时的膨胀率为 $0.01\% \sim 0.017\%$,小于 0.2% ,为非活性骨料。

攀钢尾矿弃渣体积大于 1.2 亿 m^3 ,储量丰

富。尾矿料料场可通过夹皮沟简易公路、S310省道至坝址区,运距约 24 km ,运输条件较好。

3 混凝土骨料料源的选择

3.1 料源选用技术方案确定

由上述分析可知:金沙水电站坝轴线下游侧开挖利用料、老花地人工骨料和攀钢尾矿料均满足金沙水电站混凝土骨料质量要求。

金沙水电站可研阶段混凝土骨料采用明渠开挖有用料,不足部分从老花地人工骨料场开采,其中利用导流明渠开挖有用料 54 万 m^3 、电站厂房开挖有用料 78 万 m^3 ,不足部分从石料场开采石料 33.9 万 m^3 。

金沙水电站混凝土骨料优先利用工程开挖有用料,不足部分由技术上可行的混凝土骨料料源供给,方案有两个:一是从老花地人工骨料场开采加工,运距约 5 km ;二是购买攀钢尾矿加工料,运距约 24 km 。

表1 攀钢尾矿料岩石试验成果汇总表

项 目		试 验 数 据								
		尾矿料								
料场名称		1	2	3	4	5	6	7	8	9
岩样序号										
取样部位		尾矿顶部			尾矿中部			尾矿底部		
取样编号		W1			W2			W3		
块体密度 $/\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	烘干	2.94	3.01	3	2.97	2.94	2.98	3.06	2.94	3.03
	天然	2.95	3.01	3.01	2.97	2.95	2.98	3.06	2.94	3.03
	饱和	2.96	3.02	3.01	2.98	2.95	2.98	3.07	2.94	3.04
颗粒密度 $/\text{cm}^3$		2.98	3.04	3.02	2.99	2.96	3.00	3.08	2.96	3.06
含水率 $\%$		0.27	0.18	0.12	0.06	0.04	0.1	0.06	0.1	0.08
吸水率 $\%$		0.33	0.26	0.19	0.12	0.09	0.15	0.12	0.11	0.24
饱水率 $\%$		0.41	0.33	0.24	0.17	0.18	0.22	0.17	0.23	0.3
孔隙率 $\%$		1.2	1	0.71	0.49	0.54	0.65	0.51	0.69	0.9
单轴抗压强度 $/\text{MPa}$	天然	75.1	109	108		138	179	152		103
	55.1				127	108	144		82.6	
软化系数		0.73				0.92	0.6	0.95		0.8
变形模量 $/\text{GPa}$	天然	23.6	41.8	39.2	28.1	33.2	35.3	36.3	18.7	39.9
	饱和	12.5	15.3	19.9	31.2	29.4	23.3	38.4	15.9	29.7
弹性模量 $/\text{GPa}$	天然	47.9	52.4	54	45.4	46.7	47.5	49.4	28.9	48.4
	饱和	16.2	19.9	29.1	40.2	33.7	32.5	45.6	22.9	32.9
泊松比	天然		0.27	0.26	0.26		0.22	0.24	0.26	
	饱和	0.27			0.25	0.29			0.28	

3.2 经济比较分析

笔者对技术上可行的两个混凝土骨料料源方

案进行了经济比较(表2、3),初步分析结果显示: 方面较优,而且避免了方案一存在的征地、移民及方案二比方案一投资节约2 403.94万元,经济 环保等方面的复杂程序。

表2 两方案工程概算情况一览表

料源方案	工 程 量	材料费用/万元	
	征地费用(开采占地面积7万m ³)	168.42	
方案一: 老花地人工骨料 场开采加工	开采、加工骨料33.91万m ³ 费用(考虑运输损耗 及地质缺陷,需开采毛料约51万m ³)	1 675.49	5 031.29
	支护费用(主要工程量见表3)	2 953.06	
	运输费用(加工后运至混凝土系统综合运距约5 km)	234.32	
方案二: 购买攀钢尾 矿料筛分加工	运输费用(加工后运至混凝土系统综合运距约24 km)	1 122.08	2 627.35

表3 老花地人工骨料开采支护主要工程量一览表

序号	项 目	单 位	工 程 量	备 注
1	截水沟覆盖层开挖	m ³	500	
2	排水沟岩石层开挖	m ³	240	
3	喷混凝土	m ³	5 540	C20,厚15 cm
4	钢筋网	t	85	直径6.5 mm,网目尺寸20 cm×20 cm
5	岩质边坡排水孔	个	2 865	钻孔直径56 mm,长4 m,间排距3 m×3 m
6	覆盖层边坡排水孔	个	695	钻孔直径72 mm,PVC花管直径50 mm,长4 m,外包200 g/m ³ 土工布
7	砂浆锚杆		1 267	直径32 mm,长9 m,间排距3 m×3 m
8			2 333	直径32 mm,长6 m,间排距3 m×3 m
9	锚索	束	67	150~200 t,长20~30 m
10	浆砌石	m ³	495	M7.5
11	混凝土	m ³	240	C20

3.3 料源选择

综上所述,将攀钢尾矿用作金沙水电站混凝土骨料技术上可行,而且经济性较优。因此,笔者建议金沙水电站工程不足的混凝土骨料采用购买攀钢尾矿料进行加工的方式予以解决。

4 结 语

笔者对储量、开采条件、运距、质量和经济等因素进行初步比较分析后得知,选择攀钢尾矿作为金沙水电站混凝土骨料具有可行性和经济性,但实际应用时还存在以下问题:

(1) 尾矿含磁铁矿,岩石密度较一般粗骨料密度大,有可能影响混凝土拌和物的施工性能,导致混凝土在振捣、运输和浇筑过程中出现分层离析而影响混凝土质量,并有可能导致混凝土出现层间结合问题。

(2) 料场骨料分布规律及尾矿骨料的加工性能尚不清楚。初步加工性能表明尾矿人工砂石粉含量为19%左右,超过相关标准上限;其次,尾矿人工碎石颗粒级配不均,中径筛余较小,其原因可能是受到尾矿自身强度特性影响,也可能是受加工系统生产技术水平及设备能力的影响所致。

(3) 尾矿作为骨料在水电工程中的应用较少。

攀钢尾矿仅在桐子林水电站和二滩水电站的临时工程中有少量应用,尚缺乏尾矿骨料与水泥、粉煤灰、外加剂等混凝土原材料的适应性以及用于大型水利水电工程混凝土的拌和物性能、力学、热学、变形、抗裂、耐久等性能影响的相关技术资料。

针对上述问题,在实际应用之前,有必要从尾矿骨料的分布规律和加工性能、尾矿骨料与混凝土原材料的适应性、尾矿骨料对混凝土拌和物及硬化混凝土各项特性的影响及机理、尾矿骨料大坝混凝土温控等方面对攀钢尾矿用作金沙水电站混凝土骨料关键技术进行系统研究,进一步论证攀钢尾矿用作金沙水电站混凝土骨料料源的可用性、适用性、经济性和可靠性,为工程料源选择提供科学依据。

作者简介:

彭海波(1987-),男,江西南城人,工程师,学士,从事水电工程建设技术与管理工作;

温 革(1967-),男,山西太原人,高级工程师,学士,从事水利水电工程设计工作。

(责任编辑:李燕辉)