

文章编号:1001-4179(2015)20-0011-04

冰水堆积体开挖施工成本测算方法研究

王亚辉, 赵 磊

(中国人民武装警察部队水电第三支队, 广西南宁 530222)

摘要:在近几年的水电工程地质勘探中,发现了冰水堆积体这一特殊地质结构物,因其特殊的结构及物理特性,导致开挖施工成本测算难度较大,而且现行的预算定额中没有相应的子目作为参考,给工程投标报价、施工成本控制等带来了不便。以金沙江中游某电站大坝左岸趾板冰水堆积体开挖施工为例,介绍了一种比例换算法,即先统计冰积体开挖所发生的实际钻孔机械及爆破器材耗用量,然后将其与《水电建设工程耗算定额》中X级岩石开挖的预算定额数据对比,得出两者之间的比例关系,并以此作为冰积体开挖施工钻爆的测算依据。可为类似工程建设管理活动提供借鉴。

关键词:冰水堆积体; 开挖施工; 成本测算; X级岩石; 预算定额

中图法分类号: TV51

文献标志码: A

DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.20.004

1 冰水堆积体

我国冰水堆积主要集中在青藏高原及其向东延伸的西部山区,以沉积在大江大河的河谷地带为主,海拔在800~3 000 m之间。冰水堆积物主要形成于第四纪冰川期,这一时期,山岳冰川携带的大量松散物质被冰川融水搬运至河谷地带,进而淤积形成了冰水堆积体。冰水堆积体颗粒粒径分布范围广、物质成分复杂、土体不均匀系数高,内呈鸡窝状架空现象,大多具有一定程度的泥质或弱钙质胶结^[1-3]。冰水堆积体的透水性较差,表现出一定程度的层流-紊流过渡状态特点,渗透性在整体上随深度增加而变小,从平面上和剖面上有不均一性,在空间各个方向上渗透性具有明显差异的特征。冰水堆积体抗剪强度较高,在剪切破坏过程中存在较明显的应变强化和剪胀现象。

2 某电站左岸趾板冰水堆积体特征

金沙江中游梨园水电站属I等大(一)型工程,电站左岸趾板基础高程为1 505~1 623 m,布置上紧邻电站进水口,并处于电站内分布的一最大冰水堆积体——下咱日堆积体的北端,上游堆积物覆盖厚度大

于30 m,至坝轴线处厚度一般为15~20 m。左岸趾板堆积体的层理分界比较明显:表层是一层具钙泥质胶结形成的硬壳,硬壳下面是具有层理状结构的砂卵砾石层和冰水堆积层,砂卵砾石层主要分布于堆积体前部(近现代河床部位),组成物质以卵砾石为主,局部夹砂或孤石,冰水堆积层分布于堆积体后部。从整个区域开挖揭露情况看,整个胶结体的结构大体分为两种情况:部分区域特别是表层部分胶结体结构不连续,内部有充填物,整体性差,此部分钻孔爆破难度最大;另一部分胶结体整体性好,结构比较连续,钻孔爆破相对容易^[4-5]。基于左岸趾板的布置特点和地质结构特征,选择左岸趾板基础两种不同结构特征的冰水堆积体来测算其钻孔爆破开挖施工成本具有较好代表性。

3 开挖施工成本测算

3.1 测算方法

冰水堆积体特殊的结构使得开挖难度很大,直接用机械开挖时设备使用效率很低,爆破开挖时钻孔难度大,容易卡钻,爆破参数很难控制。又因其开挖施工成本没有现成的造价定额作为参考,难以准确进行测算,而其中,成本难以测算的部分主要是钻孔爆破成

收稿日期:2015-08-02

作者简介:王亚辉,男,支队总工程师,工程师,硕士,主要从事水利水电施工技术研究及项目管理工作。E-mail:wyh1859@

163.com

本,因此,只要能对钻孔爆破成本准确测算,则整个开挖成本就能确定。在试验研究中,根据两种不同结构特征的冰水堆积体实际开挖钻孔爆破耗材数量与一种熟悉的地质结构物进行对比即能得出相应比例关系,进而能测算出开挖成本。

现选取两个区域,对两种结构特征的冰水堆积体开挖所发生的实际钻孔机械耗用量及爆破器材耗用量进行统计。以《水电建筑工程预算定额》(水电规造价[2004]0028号)中X级岩石的一般石方开挖预算定额子目作为对照参考定额,将实际统计的各种数据与X级岩石开挖的预算定额数据进行比较,可以得出冰水堆积体各种开挖耗材用量与岩石开挖定额用量的比例关系,以此作为冰水堆积体开挖施工钻爆消耗的测算依据,同时可以作为编制冰水堆积体开挖施工定额的依据。钻孔爆破耗材数量套用相应材料单价即能进一步测算出实际成本费用。

3.2 开挖钻孔爆破耗材用量测算分析

成本对比测算选取的对比定额子目为:一般石方开挖,孔深不大于6 m,X级岩石,定额编号20195。

3.2.1 结构较差冰积体钻孔爆破耗材用量

第1个区域具体位置是在高程1 614~1 620 m之间,此区域基本是趾板开挖顶层,表层有一层硬壳,硬壳底下夹一层填充的松散体,松散体之下又是结构不连续的胶结体。施工时当钻机钻孔至夹层时就开始卡钻,钻孔效率较低,爆破后,表层硬壳大块率较高,需用手风钻钻孔爆破二次解小。此段测算区域开挖工程量为19 806.58 m³,耗用炸药6.42 t。单位冰水堆积体(100 m³)爆破开挖各种耗材及钻孔机械实际耗用量与岩石定额数量对比见表1。

第2个区域位于高程1 590~1 596 m之间,从开挖情况看此区域相对顶层要稍好,没有很明显的硬壳,但胶结体之间还是不连续,整体性差,钻孔施工时也易卡钻,钻孔效率不高,爆破后封堵段大块率依旧较高,需用手风钻钻孔爆破二次解小。此段测算区域开挖工程量为23 597.88 m³,耗用炸药7.5 t。单位冰水堆积体(100 m³)爆破开挖各种耗材及钻孔机械实际耗用量与岩石定额数量对比见表2。

根据以上两个区域的开挖耗材数据分析,冰积体的各类耗材实际耗用量所占X级岩石定额耗量的比例区间大概分为以下几类。

(1)第1类是炸药。炸药单耗基本在0.3~0.35 kg/m³,比一般岩石开挖炸药单耗低。

(2)第2类是非电雷管和导爆索。因冰水堆积体爆破时应力容易分散,减弱爆破效果,因此开挖钻孔间

排距相对一般岩石要小,相同的开挖工程量冰积体钻孔数量要比石方多,耗用的导爆索和非电雷管也要多,从表上数据分析可以得出,冰积体耗量占石方定额耗量的比例在130%~140%之间。

(3)第3类是主要钻孔设备潜孔钻机的钻具,其耗量占X级岩石的60%以上。主要是因为冰水堆积体的硬度界于岩石和土之间,且X级岩石达到了中等硬度,虽然冰积体开挖卡钻严重,但消耗钻头和钻杆还是没有X级岩石多。

(4)第4类是二次解炮用的手风钻钻具数量,其比例基本上在40%以下。手风钻主要用来二次解炮,而解炮基本不存在卡钻的情况,所以耗量是由硬度决定的,冰积体硬度较小,因此手风钻的钻具耗量较小。

(5)第5类是主要钻孔设备潜孔钻机的台时数量。冰积体台时数量占石方台时数量的比例在80%~85%之间,说明虽然冰积体的硬度较X级岩石小很多,但因为卡钻严重,钻孔效率低,且孔的间排距比岩石小,钻孔量多,因此冰积体的钻机台时数量占X级岩石的钻孔台时数量比重还是较大。

(6)第6类是解炮用的手风钻台时数量,占岩石的台时数量比例在90%以上。因手风钻主要用于解炮,而且超径体主要是上层封堵段,加之冰积体结构的不连续性,因此冰积体中需解炮的大块体数量比岩石稍多,而冰积体硬度较小,因而冰积体解炮用的手风钻台时数量比岩石稍少。

3.2.2 结构较好冰积体钻孔爆破耗材用量

第3个区域在高程1 560~1 580 m之间,施工时段为2009年8月27日至9月11日,此区域基本是趾板开挖中上部,冰水堆积体结构相对较为连续,整体性好,钻孔至设计深度时稍有卡钻,爆破后封堵段有部分超径体,需用手风钻钻孔爆破二次解小。此段测算区域开挖工程量为54 687.56 m³,耗用炸药15.19 t。单位冰水堆积体(100 m³)爆破开挖各种耗材及钻孔机械实际耗用量与岩石定额数量对比见表3。

第4个区域位于高程1 540~1 555 m之间,施工时段为2009年9月20日至10月3日,此区域基本是趾板开挖中部,冰水堆积体结构相对较为连续,整体性好,钻孔至设计深度时稍有卡钻,爆破后封堵段有部分超径体,需用手风钻钻孔爆破二次解小。此段测算区域开挖工程量为44 686.63 m³,耗用炸药11.83 t。单位冰水堆积体(100 m³)爆破开挖各种耗材及钻孔机械实际耗用量与岩石定额数量对比见表4。

根据以上两个区域的开挖耗材数据分析,冰积体的各类耗材实际耗用量所占X级岩石定额耗量的比例区间同样分为几类。

表 1 第 1 区域单位冰积体爆破开挖耗材数量对比

项目	炸药/ kg	电雷管/ 发	非电毫秒 雷管/发	导爆管/ m	导电线/ m	合金钻头/ 个	钻头 Ø89 ~105/个	风钻钻杆/ kg	钻杆 T45/ kg	连接套/ 个	钎尾/ 个	液压履 带钻/台时	手持式 风钻/台时
冰积体实际耗量	32.400	7.360	7.470	38.360	74.650	0.038	0.056	0.105	0.894	0.070	0.028	0.910	1.540
X 级岩石定额耗量	52.000	6.370	5.490	28.520	63.110	0.110	0.080	0.280	1.420	0.080	0.030	1.110	1.620

表 2 第 2 区域单位冰积体爆破开挖耗材数量对比

项目	炸药/ kg	电雷管/ 发	非电毫秒 雷管/发	导爆管/ m	导电线/ m	合金钻头/ 个	钻头 Ø89 ~105/个	风钻钻杆/ kg	钻杆 T45/ kg	连接套/ 个	钎尾/ 个	液压履 带钻/台时	手持式 风钻/台时
冰积体实际耗量	31.800	7.180	7.360	37.950	72.630	0.037	0.053	0.099	0.886	0.065	0.027	0.900	1.510
X 级岩石定额耗量	52.000	6.370	5.490	28.520	63.110	0.110	0.080	0.280	1.420	0.080	0.030	1.110	1.620

表 3 第 3 区域单位冰积体爆破开挖耗材数量对比

项目	炸药/ kg	电雷管/ 发	非电毫秒 雷管/发	导爆管/ m	导电线/ m	合金钻头/ 个	钻头 Ø89 ~105/个	风钻钻杆/ kg	钻杆 T45/ kg	连接套/ 个	钎尾/ 个	液压履 带钻/台时	手持式 风钻/台时
冰积体实际耗量	27.780	6.560	6.410	33.940	66.890	0.035	0.057	0.098	0.726	0.063	0.027	0.870	1.450
X 级岩石定额耗量	52.000	6.370	5.490	28.520	63.110	0.110	0.080	0.280	1.420	0.080	0.030	1.110	1.620

表 4 第 4 区域单位冰积体爆破开挖耗材数量对比

名称	炸药/ kg	电雷管/ 发	非电毫秒 雷管/发	导爆管/ m	导电线/ m	合金钻头/ 个	钻头 Ø89 ~105/个	风钻钻杆/ kg	钻杆 T45/ kg	连接套/ 个	钎尾/ 个	液压履 带钻/台时	手持式 风钻/台时
冰积体实际耗量	26.470	6.480	6.330	33.870	66.550	0.033	0.054	0.096	0.796	0.058	0.025	0.850	1.390
X 级岩石定额耗量	52.000	6.370	5.490	28.520	63.110	0.110	0.080	0.280	1.420	0.080	0.030	1.110	1.620

(1) 第 1 类是炸药。炸药单耗基本在 0.25 ~ 0.3 kg/m³ 之间,比结构差的冰积体稍低。

(2) 第 2 类是非电雷管和导爆索。因为冰水堆积体的开挖钻孔间排距相对一般岩石要小,因此相同开挖工程量的冰积体其钻孔数量要比石方多,耗用的导爆索和非电雷管也要多。从表上数据分析可得出,冰积体耗量占石方定额耗量的比例在 110% ~ 120% 之间,比结构不完整不连续的冰积体开挖耗量小,主要是因为此结构冰积体钻孔间排距比结构不完整不连续的钻孔间排距大。

(3) 第 3 类是主要钻机潜孔钻的钻具,其耗量占 X 级岩石的 50% 以上,比结构不完整不连续的冰积体耗量稍少,主要是因为冰积体的硬度界于岩石和土之间,且 X 级岩石达到了中等硬度,虽然冰积体开挖卡钻严重,但消耗钻头和钻杆还是没有 X 级岩石多。而此结构冰积体的钻具耗量比结构不完整不连续的耗量稍少,主要是因为结构不连续的冰积体卡钻要严重,钻具磨损量要大。

(4) 第 4 类是二次解炮用的手风钻钻具数量,其比例在 40% 以下。手风钻主要用来二次解炮,而解炮耗材数量是由硬度决定的,冰积体硬度较小,因此手风钻的钻具耗量较小,此结构的耗量比结构整体性差的

耗量稍小,说明此类冰积体爆破后超径体比结构整体性差的超径体稍少。

(5) 第 5 类是主要钻机潜孔钻台时数量。冰积体的钻机台时数量占石方台时数量的比例在 75% ~ 80% 之间,说明虽然冰积体的硬度较 X 级岩石要小很多,但因为部分卡钻,钻孔效率较低,且孔的间排距比岩石小,钻孔量多,因此钻机台时数量占比仍然较大,但台时数量比结构整体性差的要稍小,主要是因为间排距稍大,钻孔量稍小。

(6) 第 6 类是解炮用的手风钻,其台时数量占岩石的台时数量比例在 85% ~ 90% 之间。因手风钻主要用于解炮,而且超径体主要是上层封堵段,加之冰积体结构的不连续性,因此冰积体需解炮的超径体数量比岩石稍多,而冰积体硬度较小,因此冰积体解炮用的手风钻台时数量整体来说比岩石稍少,且比结构整体性差的冰积体也稍小,主要是因为需解炮的超径体量稍小。

3.3 开挖钻孔爆破耗材数量对比

通过以上不同结构冰积体的钻孔爆破施工耗材数量统计分析,并与 X 级岩石定额耗量进行对比,得出了两者之间的比例关系,可为冰积体开挖定额子目编制

和成本测算提供依据。汇总的比例关系详见表 5。

表 5 冰积体实际单耗占 X 级岩石定额单耗百分比 %

项目	结构不连续不完整的冰积体	结构相对连续完整的冰积体
炸药	58 ~ 67	48 ~ 58
非电雷管、导爆索	130 ~ 140	110 ~ 120
潜孔钻机钻具	60 ~ 70	50 ~ 70
手风钻机钻具	35 ~ 40	30 ~ 35
潜孔钻机台时数量	80 ~ 85	75 ~ 80
手风钻机台时数量	90 ~ 95	85 ~ 90

4 结 语

本文通过对梨园水电站左岸趾板两种不同结构特征冰水堆积体开挖钻孔爆破耗材实际数量进行统计,并选用《水电建筑工程预算定额》(水电规造价[2004]0028 号)中 X 级岩石的预算定额数量作为参考对照定额,得出了冰水堆积体开挖钻孔爆破各类耗材用量与

X 级岩石的开挖钻孔爆破预算定额数量之间的比例关系,根据此比例关系可以进一步测算出冰水堆积体开挖钻爆的成本费用,并为编制冰水堆积体的定额子目提供依据,同时也为材料计划编制提供了参考。

参考文献:

[1] 涂国祥. 西南河谷古冰水堆积体工程特性及稳定性研究[D]. 成都:成都理工大学,2010.

[2] 张明,胡瑞林. 金沙江下咱日堆积体的成因和稳定性初步分析[J]. 工程地质学报,2008,16(4).

[3] 张永双,郭长宝,石菊松,等. 玉龙雪山西麓冰碛(水)砾岩的工程地质特性研究[J]. 现代地质,2007,21(1).

[4] 谢春庆,邱延峻,王伟. 冰碛层工程性质及地基处理方法的研究[J]. 岩土工程技术,2008,22(4).

[5] 林俊峰,陈宇. 某水电站进水口冰水堆积体爆破试验[J]. 山西建筑,2012,36(15).

(编辑:胡旭东)

Research on calculation method of construction cost for rubble ice excavation

WANG Yahui, ZHAO Lei

(No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China)

Abstract: In geological prospecting for hydropower engineering in the past years, a special geological structure called rubble ice was discovered. Because of its special structure and physical properties, the calculation of excavation cost is difficult; moreover, no corresponding item can be referenced in the current budget quota, which causes inconvenience for the project bid quotation and construction cost control. Taking the rubble ice excavation of toe slab at the left bank of a hydropower station in the middle reach of Jinshajiang River as an example, a proportional convention calculation method was introduced. The actual drilling machine and blasting equipment consumption in rubble – ice excavation were calculated first, which was then compared with the budget quota of X grade rock excavation in consumption quota of hydropower construction project, so as to obtain the consumption relationship between rubble ice and X grade rock. It can be used as the calculation basis of rubble ice excavation.

Key words: rubble ice; excavation construction; cost calculation; X grade rock; budget quota

(上接第 6 页)

[2] 胡立峰,马超,杨振坤. 大中型水电站工程建设物资核销管理探讨[J]. 人民长江,2014,45(8):26 – 28.

[3] 吴建军. 浅谈观音岩电站统供材料的管理[J]. 四川水利发电, 2013,(6):9 – 11.

(编辑:邓 玲)

Application of unified supplied material verification and cancellation in hydropower projects construction

ZHAO Lei¹, WANG Yahui¹, WANG Yu²

(1. No. 3 Detachment of Armed Police Hydropower Engineering Troops, Nanning 530222, China; 2. Central China Construction Group., Ltd., Changsha 410000, China)

Abstract: The work of unified supplied material verification and cancellation is extremely important because the consumption of main construction material such as cement, steel, sand and stone is huge due to long construction period of hydropower projects. The concept and importance of unified supplied material verification and cancellation are discussed and its detail regulations and procedure are introduced. In consideration of the verification and cancellation after the completion of the project, the reasons for excessive consumption or insufficient consumption are analyzed. It shows that the causes for excessive consumption and the problems of insufficient consumption can be discovered by unified supplied material verification and cancellation, so as to effectively control the cost.

Key words: unified supplied material verification and cancellation; application in construction; project management; hydropower projects