

高摩赞大坝混凝土入仓方案的设计与实施

程勇清

(中国水利水电第七工程局有限公司 海外事业部,四川 成都 610081)

摘要:混凝土入仓方式是根据大坝体型结构、周边地形地貌条件、主要施工设备的选择和布置、施工辅助企业的生产能力等因素综合考虑确定的。较为详细地阐述了高摩赞碾压混凝土(RCC)曲线形重力坝按高程采用三种不同混凝土入仓方式的具体设计与实施过程,充分体现了因地制宜、因陋就简、力求节约的原则,取得了较好的经济效益。

关键词:曲线形重力坝;碾压混凝土;入仓方式;真空溜槽;皮带机;高摩赞水利枢纽

中图分类号:TV51;TV52;TV7;TV544

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)01-0038-04

1 概述

巴基斯坦高摩赞水利枢纽工程位于该国西北边境省境内的印度河支流高摩赞(Gomal Zam)河上,包括大坝工程、灌溉系统工程及输变电路工程。高摩赞大坝是该工程最为重要的组成部分。

大坝为碾压混凝土拱形重力坝,选用双圆心坝轴线方案,左半径为180 m,右半径为240 m,坝顶高程763 m,坝基高程629.5 m,坝高133.5 m,坝顶全长231 m,坝基最宽处为78 m,自左至右依次布置有左岸非溢流坝段、溢流坝段和右岸非溢流坝段。大坝在高程680 m以下未分缝,在高程680~736 m分为3个坝段,设置2条临时横缝,在高程736 m以上共分为5个坝段,增设了2条永久横缝,各段长度从左至右依次为25.5 m、34.5 m、60 m、62 m和49 m。左岸非溢流坝段长47 m,其中左岸推力墩长25.5 m;右岸非溢流坝段长98 m,其中右岸推力墩长49 m。大坝碾压混凝土总量约40万 m^3 ,常态混凝土约7万 m^3 。

坝址区位于高摩赞河的Adam Kok峡谷段,该峡谷段长约800 m。河谷底宽约25~40 m,呈“V”字型,两岸基岩裸露,岸坡陡立。

河谷两岸岸坡略显不对称,总体上左岸岸坡较陡,右岸岸坡较缓。从河床(高程635 m)到岸坡高程747 m左右,两岸岸坡陡峻,左岸坡度平均为75°,右岸坡度平均为65°,局部更陡;从高程747 m起向上地形坡度略缓,但依然较陡。

2 混凝土入仓方式分析

由于坝址处河床狭窄、两岸山体陡峭,道路修

筑极为困难。为了坝肩开挖的需要,在其右岸从下游修建了一条简易支路至高程853 m,一条施工道路至右坝肩高程748 m平台。在左岸上游低位布置了一条沿冲沟经上游围堰至基坑的施工道路,在上游高位傍山修建了一条至左坝肩高程763 m平台的上坝道路。因混凝土拌合系统布置在左岸距大坝约1.7 km的开阔处,故左岸的低位和高位两条道路是从拌合楼到坝址的混凝土运输通道(图1、2、3)。

混凝土运输和入仓方式的选择对能否保证碾压混凝土的快速连续施工、保证施工质量非常重要。碾压混凝土入仓方式一般有自卸汽车直接入仓、缆机入仓、真空溜槽入仓和皮带机入仓等多种方式。

(1)采用自卸汽车直接入仓,减少了中间倒运环节,既可减少热量倒灌,又可减少VC值损失和骨料分离,进而保证到仓混凝土的质量。采用自卸汽车直接入仓快捷、方便,保证率高,容易满足入仓强度要求。但全部采用汽车直接入仓需要修建不同高程的道路。对于高坝,开挖道路不仅会破坏坝肩的完整性,而且工程量较大。

(2)对于高山峡谷内的混凝土坝浇筑,布设缆机是解决混凝土垂直运输的首选方案。但布设缆机需要在两岸山顶开挖和建设基础平台。该工程由于两岸山顶岩体破碎,缆机基础的开挖和处理施工困难,投资大,故在工程初期进行施工方案评估时即否决了缆机方案。

(3)采用真空溜槽或满管溜槽可以解决峡谷内高坝浇筑施工混凝土的垂直运输问题,从而避

收稿日期:2012-11-17

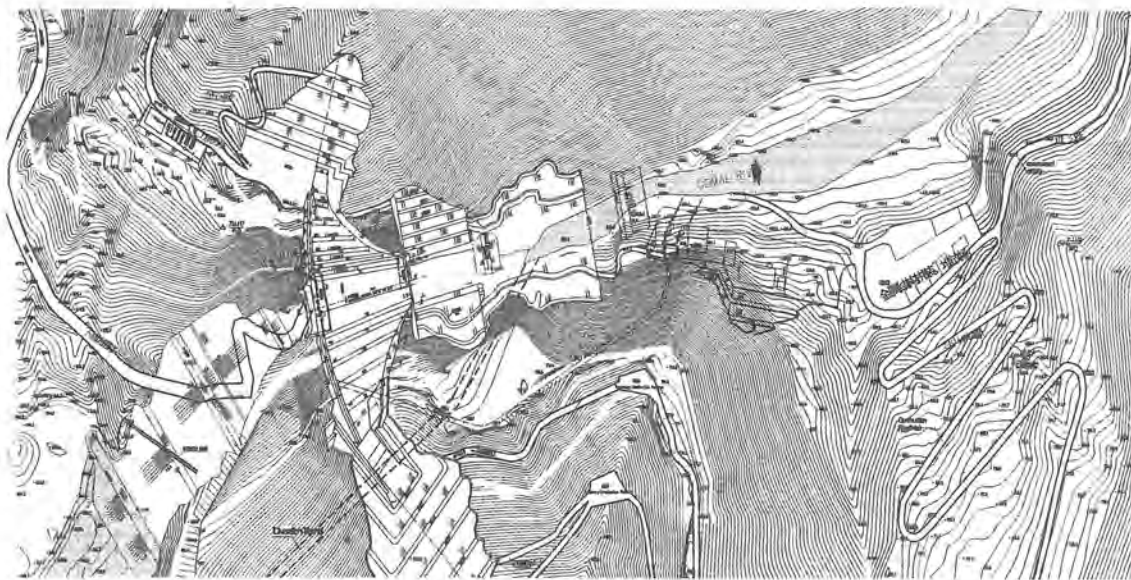


图1 大坝平面布置图

免修建不同高程的入仓道路。配合仓内自卸汽车,真空溜槽或满管溜槽也是快速灵活的混凝土入仓方式。

(4)采用皮带机入仓是高陡河谷道路布置困难情况下可以考虑的入仓方式,其布置灵活,配合回转式布料机布料方便、快捷、均匀,在很大程度上避免了汽车直接入仓对仓面的污染和对已碾压完成的混凝土的损坏,更适合于仓面分散不完整的情况。但是,混凝土在皮带运输过程中暴露在空气中的时间较长,VC值和温度损失大,骨料分离现象较为严重,这一点是其不足之处。

3 混凝土入仓方案选择

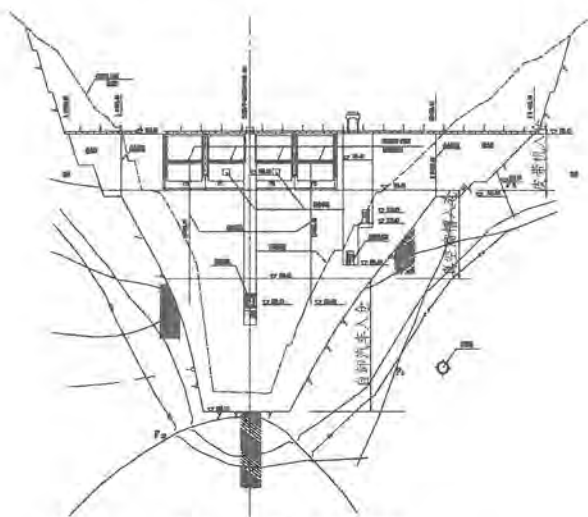


图2 大坝上游立视图

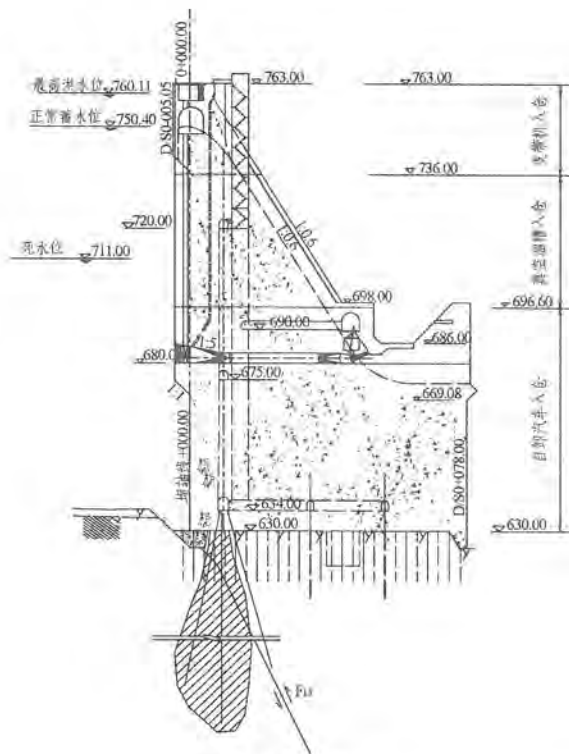


图3 大坝剖面图

鉴于高摩赞大坝工程为EPC合同,因此,承包人在满足工程质量和进度要求的前提下,应尽量充分利用资源、节省投资。该工程根据地形地质条件、大坝布置和结构特点以及施工总体布置与资源配置,经综合技术经济比较,按高程采用了三种不同的碾压混凝土入仓方式。

(1)大坝下部(高程630.5~696.6 m):大坝底宽较大,仓号完整,混凝土浇筑量较大,采用自卸汽车从上游直接进入仓。这样实施充分利用了左岸低位道路和上游围堰运送混凝土,并可利用弃渣填筑入仓道路。

(2)大坝中部(高程696.6~736 m):在左坝端搭设真空溜槽,混凝土料由自卸汽车沿上坝公路到左坝端,通过真空溜槽卸入仓内并由自卸汽车倒运。临时横缝采用预制分缝块分割,三个坝段通仓浇筑,仓内设备和材料的进出采用20 t塔机吊运。

(3)大坝上部(高程736 m以上):整个坝体被分为5个坝段,沿着坝轴线方向分布,总长度为231 m。中间溢流坝段为常态混凝土,大坝浇筑需要进行分仓浇筑。由于真空溜槽配仓内汽车已不能满足混凝土的入仓要求,可将皮带机系统拆卸安装到坝上,经过合理的布置,可以满足各个仓号混凝土的入仓要求。

4 混凝土入仓方案的实施

4.1 大坝下部

采用自卸汽车直接进入仓浇筑大坝下部。因上游围堰高程为674 m,故利用上游围堰“之”字型布置下基坑道路,随着浇筑高程的上升,入仓道路随之上升,至其与上游围堰齐平,然后,靠右岸边坡继续填筑入仓道路,逐渐抬高至高程696.6 m,该道路最大坡度不大于10%,各种设备可自由进出仓面。

在该高程范围内布置有高程634~675 m两层廊道和高程680 m泄洪底孔。高程634 m廊道群由顺坝轴线的灌浆廊道、第一排水廊道、第二排水廊道以及垂直于坝轴线的纵向交通廊道和集水井廊道组成,将坝体分为10个部分;高程675 m廊道由1条顺坝轴线的灌浆廊道和2条靠近岸坡的交通廊道组成。廊道采用预制模板,由汽车运输入仓,吊装就位;对于靠近岸坡部位的小仓号采用常态混凝土提前浇筑,大面积仓号浇筑RCC。

由于高程630.5~648 m仓号面积相对较小,且又在低温季节施工,因此而采用平层碾压。对于高程648 m以上仓号,因其面积逐渐增大且气温升高,拌合楼生产能力无法满足平层碾压的层间间隔时间要求,因此而采用从右岸至左岸的斜层碾压。

整个道路填筑大约为20万 m^3 ,基本上将上游围堰和大坝上游面之间的狭窄河道填至与上游围堰齐平。根据设计要求,坝前2 m范围填筑粘土,其余部分采用石渣或混合料,浇筑完成后将高出围堰的道路部分挖除,并将整个坝前全部填筑至高程672 m,最后在其上面铺设2 m厚的粘土层,将坝前部分全部做成一个防渗铺盖。

混凝土采用左岸 $2 \times 3 m^3$ 拌合楼拌制,20 t自卸汽车加盖遮阳棚通过左岸下基坑道路运输入仓,满足了大仓号RCC浇筑的强度需求;至最后一层,鉴于各种施工设备可以方便地进出仓面,提供了后续真空溜槽下部安装和坝内自升式塔机的安装空间,从而保证了后续施工。

对于高程630.5~696.6 m,自2008年12月16日开始备仓至2009年10月31日,共计10个半月,完成碾压和常态混凝土浇筑25.47万 m^3 。

4.2 大坝中部

由于该高程段完全没有道路可直接进仓,最终采用在左坝肩搭设真空溜槽、仓内利用自卸汽车倒运、临时横缝采用预制分缝块分割、三个坝段通仓浇筑的方式,仓内设备和材料采用20 t塔机吊运。

在大坝浇筑至高程693 m时安装20 t塔机基础节,浇筑至高程696.6 m时安装自升式塔机,将塔架埋入混凝土中,随着浇筑高程的上升,塔机提前升高,进而满足仓内设备、材料的吊运。

真空溜槽布置于左岸坝顶,在高程763 m平台布置了一个9 m^3 储料斗,储料斗接一段15 m长的水平高速皮带机,皮带机接10 m长的橡胶皮筒,再布置了一个9 m^3 储料斗用于承接橡胶皮筒的混凝土,后接54 m长真空溜槽,溜槽坡度为70°,溜槽末端接10 m长的橡胶皮筒。

混凝土用20 t自卸汽车加盖遮阳棚通过左岸上坝公路运输至左岸坝顶,卸入763 m平台储料斗,通过高速皮带机输送到高程736 m平台储料斗,再通过真空溜槽输送至仓号内的自卸汽车,采用从右至左斜层铺筑法浇筑该高程段坝体的混凝土,常态混凝土采用泵送浇筑。

自2009年11月1日开始备仓至2010年5月14日,完成了高程696.6 m到高程736 m的全部13.16万 m^3 碾压和常态混凝土的浇筑。

4.3 大坝上部

高程736 m以上的坝体分为5个坝段,且溢流坝段为常态混凝土。从左至右为:左岸碾压混凝土推力墩、左岸碾压混凝土非溢流坝段、溢流坝段、右岸碾压混凝土非溢流坝段、右岸碾压混凝土推力墩。在溢流坝段增加了2条施工横缝。

大坝分仓从右至左具体为:右岸临时横缝以右,包括右岸推力墩、右岸非溢流坝段、进水口和第四溢洪道部分为1#仓;右岸施工缝和临时横缝之间,包括第三、第四溢洪道部分为2#仓;两条施工缝之间部分,包括第二、第三溢洪道部分为3#仓;左岸缝和临时横缝之间,包括第一、第二溢洪道部分为4#仓;左岸临时横缝以左,包括左岸推力墩、左岸非溢流坝段和第一溢洪道部分为5#仓,其中,2#、3#、4#仓为常态混凝土,1#、5#仓为常态和碾压混凝土均有。

在高程736 m架设超出溢流面的皮带机系统输送混凝土。根据浇筑需要,皮带机的安装和使用分为两期。一期皮带机具体布置为:利用原真空溜槽的储料斗和皮带机为0#皮带机,在5#仓内布置1#皮带机,跨1#~5#仓布置80 m长的2#皮带机,中间采用移动分料小车接皮筒布料,1#仓内跨常态和碾压混凝土布置3#皮带机,以满足高程752 m以下各部位、各种混凝土浇筑的需要。二期皮带机布置改3#皮带机为4#皮带机,满足右

岸高程752 m以上各种混凝土的浇筑需要。在浇筑过程中,溢流面及墩墙硅粉混凝土采用泵送辅助入仓,同时浇筑。

皮带机安装用时28 d。自2010年6月12日皮带机安装调试完成后开始进行高程736 m以上混凝土的浇筑,于2010年12月10日浇筑至高程758.6 m,完成了高程736 m以上碾压和常态混凝土的浇筑。

5 结 语

巴基斯坦高摩赞大坝为碾压混凝土曲线形重力坝。坝址河谷狭窄、两岸高陡、岩石条件较差、施工道路布置困难。鉴于混凝土的水平运输和垂直运输的解决方案是大坝浇筑能否顺利进展的关键,故根据地形地质条件和大坝的布置特点,按高程采用了三种不同的混凝土入仓方式:大坝下部采用自卸汽车直接入仓,大坝中部通过真空溜槽卸入仓内由自卸汽车入仓,大坝上部采用皮带机系统输送混凝土,充分体现了因地制宜、因陋就简、力求节约的原则,取得了较好的经济效益。

作者简介:

程勇清(1971-),男,四川威远人,项目总工程师,高级工程师,一级建造师,二级结构师,从事小型水电站结构设计、低层民用建筑设计、招投标施工组织设计以及水电站工程施工。

(责任编辑:胡友权)

(上接第13页)

的地基承载力的情况下,对原结构体型仅进行了局部调整,即将闸室段宽度调整为30.95 m,长度调整为51 m,护坦长度缩短1 m,为49 m。调整后的闸坝稳定应力及下卧层承载力满足要求。

4 基础处理结论

(1)阴坪水电站首部枢纽闸坝基础处理的重点是提高基础的承载力和抗变形能力。振冲计算分析和试验成果表明:基础经过振冲碎石桩加固处理后,可以提高地基承载力和抗变形能力,基本解决了第⑤层、第⑥层的液化问题。

(2)闸坝基础经过振冲处理后,因桩体的渗透系数大,使复合地基的渗透系数变大,但防渗墙已经深入到第②层相对不透水层,经对闸(坝)基础进行三维渗透计算分析后得知,其渗透稳定满足要求。

(3)基础处理是本工程安全运行的关键,但

在实际施工过程中,有些因素会制约振冲桩(或复合地基)的质量,如:①采用级配良好的碎石,能更好的提高桩体及复合地基的抗剪强度;②地层中存在的漂木、孤石等对振冲桩的施工有很大影响;③施工方法、施工工序、填料质量和数量、留振时间、塌孔等。应特别重视加强振冲桩的施工质量检查。

“5.12”汶川特大地震后,在对主震区多个水电工程的分析证明:对于地震区的水工建筑物设计,应遵循“确保安全、留有余度”的原则,确保挡水建筑物在设计地震工况下不溃坝、能修复,以便最大限度地减轻地震灾害的影响。

作者简介:

王菊梅(1967-),女,四川双流人,副设计总工程师,高级工程师,学士,注册土木工程师(岩土),从事水工建筑物设计工作。

(责任编辑:胡友权)