

高位坝体混凝土入仓方式施工技术研究

朱 飞

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘 要: 在水利水电工程建设中, 高位坝体混凝土入仓方式的施工技术是确保工程进度和质量的关键环节。本文以黄藏寺水利枢纽工程为依托, 针对大坝高位混凝土入仓的施工技术进行了深入研究。通过分析不同入仓方式的优缺点, 优化入仓方案, 并探讨了新入仓方式的优势和应用预期效果, 为类似工程提供了有益的参考。

关键词: 高位坝体; 混凝土入仓; 施工技术; 黄藏寺水利枢纽

引言

水利水电工程中, 大坝建设常面临工期紧张、施工强度不足等问题, 特别是高位坝体混凝土的入仓施工, 更是影响工程进度的关键因素。因此, 研究高位坝体混凝土入仓方式施工技术, 对于提高施工效率、缩短工期、降低成本具有重要意义。

1 工程概况

黄藏寺水利枢纽工程主要包括碾压混凝土重力坝和坝后式电站。为满足工程需求, 重力坝上设有放水、泄洪及发电引水建筑物。坝顶高程2631.00m, 最大坝高123.00m, 坝顶长210.0m, 分为9个坝段, 各具特色, 其中3#~7#坝段结构尤为特殊。3#坝段在特定高程设有牛腿结构; 4#为溢流坝段, 其部分区域采用牛腿结构和常态混凝土; 5#、6#坝段为大机组发电引水坝段, 施工难度大, 全坝包含碾压混凝土53.5万m³和常态混凝土17.7万m³。大坝道路规划方面, 主要在EL2518高程布置了上下游混凝土入仓道路, 以及其他关键位置的道路。然而, EL2562高程以上的大坝左右岸均为陡峭边坡, 地质条件不佳, 且堆积体为土夹石, 不具备开挖道路的条件, 因此入仓难度较大^[1]。本项目的技术难点主要体现在以下几个方面:

施工道路选择与安全: EL2562高程以上的大坝区域无直接入场道路, 施工难度大。如何选择合适的施工道路并确保施工安全是首要的技术挑战。

悬臂大体积混凝土施工: 5#、6#引水发电进口的特定区域为大体积悬臂混凝土, 结构复杂, 备仓时间长, 施工进度慢, 对大坝整体上升构成影响。保证施工安全和方便是重要技术难点。

常态混凝土入仓振捣: 4#坝段的常态混凝土区域尺寸较大, 如何进行高效的入仓振捣是技术上的挑战。

特定区域的混凝土入仓: 4#坝段EL2612以上为溢流表孔, 两侧为挡墙结构, 且部分区域不具备通车条件。

如何实现这些特定区域的碾压混凝土入仓是另一个技术难点。

2 现有入仓方式及其问题

在高位坝体混凝土施工中, 入仓方式的选择至关重要。目前, 常用的入仓方式主要包括自卸车直接入仓、满管溜槽入仓和皮带机入仓等。然而, 在黄藏寺水利枢纽工程中, 这些方式的应用面临着一系列挑战。首先, 自卸车直接入仓方式虽然灵活便捷, 但受道路条件限制较大^[2]。随着坝体高程的增加, 道路坡度逐渐加大, 自卸车在高程较高时往往无法直接到达仓位, 导致施工效率降低, 甚至可能影响整个工程的进度。其次, 满管溜槽入仓方式在坝体低高程时应用效果较好, 但当坝体高程增加时, 溜槽的布置和拆卸变得异常困难。由于黄藏寺水利枢纽工程地形复杂, 坝体高程变化大, 这使得满管溜槽入仓方式在实际应用中受到严重限制。最后, 皮带机入仓方式虽然在一定程度上克服了地形和道路条件的限制, 但受地形和仓位布置的限制仍然较大。在黄藏寺水利枢纽工程中, 由于仓位布置紧凑, 地形陡峭, 皮带机的布置和移动都面临较大困难。同时, 皮带机的入仓强度也有限, 无法满足大规模混凝土施工的需求^[3]。

3 研究内容与关键技术

3.1 大坝EL2562以上碾压混凝土入仓技术研究

针对大坝EL2562以上的混凝土浇筑, 深入研究了入仓技术, 并制定了详细的施工方案。考虑到现场施工条件和地形地质因素, 可以采用“汽车+满管溜槽+皮带机”的联合入仓方式, 主要用于浇筑1#~9#坝段EL2562.0~EL2598.0的混凝土。为确保满管溜槽的安全安装与拆卸, 防止安全事故的发生, 并保障大坝混凝土入仓的顺利进行, 根据施工现场的地形和地质条件, 设计了满管溜槽系统。该系统在大坝右岸采用两级满管溜槽接力的方式, 第一级布置在EL2620授料斗平台至EL2587马道, 采用双授料斗和双满管的形式, 分别为1#满管和2#满

管,其设计角度和长度均经过精确计算。第二级则布置在EL2587马道至EL2566马道,采用单满管(3#满管)的形式(图3-1)。在施工过程中,满管溜槽的出料口位置会根据大坝混凝土的浇筑上升而逐层调整,以满足入仓需要。然而,当大坝浇筑上升至EL2600附近时,该满管溜槽的出料口将缩短至坝外,无法再用于大坝混凝土的直接入仓。针对大坝EL2598-EL2620的混凝土浇筑,在原

满管溜槽的基础上,提出了两种方案:一是架设皮带机入仓,但经过比选发现,该方案实施难度较大,且入仓强度有限,难以满足施工需求;二是仍采用满管溜槽+自卸车入仓的方式,在坝外右岸边坡浇筑混凝土^[4]。经过综合考虑,选择了后者作为施工方案。对于大坝EL2620以上的混凝土浇筑(EL2620-EL2631),采用自卸汽车直接入仓的方式,以确保施工的顺利进行。

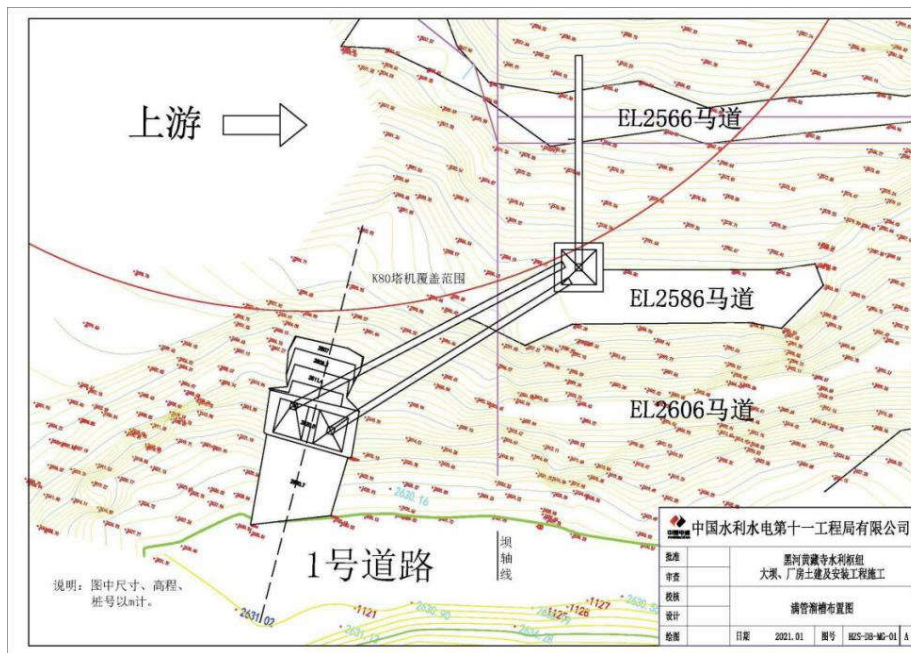


图1 EL2562以上满管溜槽入仓施工布置图

3.2 引水进口常态混凝土与大坝碾压区混凝土分块施工技术研究

黄藏寺水利枢纽工程中,大坝的引水发电进水口被精心布置在5#和6#坝段,共计设有3条引水管道。这些管道的施工范围在左右岸的桩号D0+111至D0+149之间,同时在上下游方向的桩号则位于坝上0-005至坝下0+006.95的范围内。具体而言,3#机组(即小机组)的引水管道被安排在5号坝段,其直径为2.0米;而1#和2#机组(即大机组)的引水管道则位于6号坝段,直径达到3.0米。从上游至下游,发电引水进口依次装备有拦污栅、事故检修门以及快速检修门,构成了一套完善的进水口系统。特别值得注意的是,坝上0-005至坝上000的区域采用了大体积牛腿悬臂结构,这一结构的设计相当复杂。因此,这一区域的钢筋安装、金属结构安装等施工工序也显得尤为繁琐。为了确保施工质量和进度,各进水口的技术参数都经过了严格的设定和计算。在施工过程中,常态混凝土与碾压混凝土的分界线被明确划定在0+006.95的位置。为了实现进水口常态混凝土与大坝碾压区混凝土的有

效分仓浇筑,必须采取一系列科学、合理的措施。这些措施将确保两种不同类型的混凝土能够顺利、准确地浇筑到指定的位置,从而满足工程的设计要求和施工标准^[5]。

3.3 4#坝段大面积常态混凝土入仓施工技术研究

针对4#溢流坝段EL2600~EL2612堰顶的大面积常态混凝土施工,该区域全部采用常态混凝土进行浇筑。在此区域内,最大仓号的左右岸方向跨度达到了21米,而上下游方向的最大跨度更是达到了37米,使得整个仓号的面积达到了415.1平方米,混凝土方量高达1400立方米。然而,当前坝前仅布置了一台K80塔吊,且每班的入仓强度仅为30立方米/小时。显然,仅依靠塔吊进行吊运难以满足大面积的混凝土浇筑需求。同时,受塔吊高度及吨位的限制,其最大吊运重量仅为20吨,而混凝土布料泵的重量约为50吨,无法直接吊至仓号进行浇筑,这无疑增加了入仓及布料的难度。为了有效解决这一问题,计划采用自制轨道,并配合皮带机双下料口沿上下游方向进行交叉卸料。同时,也将利用塔吊吊运吊罐进行配合,以确保混凝土的顺利浇筑。这一方案的实施将

有望显著提高浇筑效率,满足大面积常态混凝土的施工需求。

3.4 1#~3#坝段EL2609以上碾压混凝土入仓施工技术研究

针对大坝1#~3#坝段的施工,该区域紧邻左岸边坡,且左岸仅有开挖时期形成的爆破设备、材料运输道路。这条道路较为陡峭,无法直接作为混凝土自卸车至坝顶的施工通道。同时,右岸由于紧邻4#坝段,且EL2612以上为溢流表孔两侧导墙结构,表孔跨度达到15米,因此在右岸不具备布置满贯溜槽入仓的条件。随着施工的进行,当浇筑至EL2611.2以后,大坝坝断面宽度将缩减至仅10米。特别是在3#坝段,由于布置有楼梯井、吊物孔、电梯井及溢流表孔检修门库等结构,舱面变得极其狭窄,无法预留设备和通车空间。针对这一复杂的施工环境,计划在3#坝段布设一台K50/50塔机。该塔机臂长70米,最大起重量为20吨,塔身独立高度达到51.8米。这台塔机将满足大坝1#~3#坝段混凝土浇筑、材料吊运、设备垂直运输以及模板安拆作业等多重需求,确保施工顺利进行。

4 技术创新点

本项目在施工技术上实现了多项创新,主要体现在以下几个方面:

4.1 满管溜槽系统的应用

本项目采用满管溜槽系统,并结合双授料斗双满管的形式进行碾压混凝土的卸料施工。这一创新不仅提高了混凝土的输送效率,还确保了卸料过程的连续性和稳定性,为高位坝体混凝土的快速、高效施工提供了有力保障。

4.2 分块浇筑技术的突破

针对引水进口常态混凝土与大坝碾压区混凝土的不同施工要求,本项目创新性地提出了分块进行不同步上升浇筑的技术方案。这一技术有效地解决了两种不同类型混凝土同时施工的难题,提高了施工效率,并保证了浇筑质量。

4.3 大面积常态混凝土浇筑方法的革新

对于大面积常态混凝土的浇筑,本项目采用了单皮带机布置双下料口的形式,并沿轨道进行交叉卸料的方法。这一创新技术不仅提高了混凝土的浇筑速度,还实现了浇筑过程的均匀性和连续性,为大面积常态混凝土的施工提供了新的解决方案。

4.4 高位舱面小空间施工技术的探索

针对高位舱面较小且机械行驶部位受限的问题,本项目创新性地提出了在仓库内布置塔吊的形式进行碾压

混凝土施工。这一技术有效地解决了小空间内大型机械无法施展的难题,提高了施工的灵活性和适应性,为类似工程提供了有益的借鉴。

5 预期实施效果与经济效益

5.1 主要技术指标

通过黄藏寺水利枢纽工程高位坝体混凝土入仓方式施工技术的实施,预期能够达到以下技术指标:确保大坝碾压混凝土的VC值满足0~5s的技术要求,并保证在4小时以内碾压混凝土不发生初凝现象,从而确保混凝土的质量和施工效率。借助高位坝体混凝土入仓方式施工技术,预计能够缩短工期约30天,显著提升施工进度^[6]。

5.2 经济指标

考虑到本工程中,EL2562以上的碾压混凝土量约为33万m³,常态混凝土量为7万m³,通过对大坝各坝段高位坝体混凝土入仓方式施工技术的深入研究与应用,预期能够实现以下经济效益:通过优化施工工艺和减少材料、人工的投入,预计综合投入将减少约105万元,显著降低了工程成本。这不仅体现了技术创新带来的经济效益,也进一步证明了高位坝体混凝土入仓方式施工技术的先进性和实用性。

结语

本研究针对黄藏寺水利枢纽工程高位坝体混凝土入仓方式进行了深入的技术研究和实践探索。通过优化入仓方案、创新施工技术,有效解决了高位坝体混凝土入仓的难题。研究成果不仅为黄藏寺水利枢纽工程的顺利建设提供了有力保障,还为类似工程提供了有益的参考和借鉴。未来,将进一步深化高位坝体混凝土入仓方式施工技术的研究与应用,推动水利水电工程建设技术的不断进步与发展。

参考文献

- [1]易吉林,邓苏.猫溪沟水库坝体自密实堆石混凝土施工技术及其入仓手段设计研究及运用[J].陕西水利,2021,(04):165-167.
- [2]简震,沈彤,龚成博.龙溪口航电枢纽工程大体积混凝土快速入仓技术[J].水运工程,2023,(10):124-127+145.
- [3]吴小峰.西藏藏木水电站大坝混凝土入仓方式综述[J].水利规划与设计,2021,(12):118-121.
- [4]黄雪林,刘玲玲.黄登水电站大坝混凝土运输入仓方式[J].云南水力发电,2021,37(01):138-141.
- [5]张利华,姚林章,李勇,等.曼点水库大坝碾压混凝土施工混凝土入仓设计[J].施工技术,2020,49(S1):267-273.
- [6]任长春.乌东德水电站水轮机层以下大体积混凝土快速入仓施工技术[J].四川水利,2021,42(02):60-64.