

引水灌区工程高大渡槽施工技术探讨

孙吉辉

北京海策工程咨询有限公司

DOI:10.32629/hwr.v10i6.7034

[摘要] 高大渡槽是引水灌区核心输水构筑物,随着工程建设标准提升,其大跨度、高空化施工特征凸显,施工难度与安全质量风险显著增加。本文依托灌区渡槽施工实际工况,系统性梳理下部基础支撑、主体结构浇筑、预应力施工及防水防渗等核心施工技术,规范基坑加固、模板调校、温控防裂、张拉压浆、止水安装等关键工序工艺。通过落实精细化施工管控,有效解决高大渡槽易出现的结构变形、混凝土开裂、接缝渗漏等问题,可为同类引水渡槽工程施工提供可靠的技术参考与实践借鉴。

[关键词] 引水灌区; 高大渡槽; 施工技术

中图分类号: TV52 **文献标识码:** A

Discussion on Construction Technology of the High Daguotou Aqueduct in the Water Diversion Project Area

Jihui Sun

Beijing Haize Engineering Consulting Co., Ltd.

[Abstract] The tall aqueduct is the core water conveyance structure in the water diversion irrigation area. With the improvement of construction standards, its characteristics of large span and high-altitude construction have become prominent, resulting in increased construction difficulty and safety and quality risks. Based on the actual construction conditions of the aqueduct in the irrigation area, this paper systematically reviews the core construction technologies such as the foundation support, main structure pouring, prestressed construction, and waterproofing and seepage prevention. It also standardizes the key process techniques such as foundation reinforcement, formwork adjustment, temperature control and crack prevention, tensioning and grouting, and waterstop installation. By implementing refined construction control, problems such as structural deformation, concrete cracking, and joint leakage that are prone to occur in the tall aqueduct can be effectively solved. This can provide reliable technical references and practical lessons for the construction of similar water diversion aqueducts.

[Key words] Water diversion irrigation area; Tall aqueduct; Construction technology

渡槽是一组由桥梁、隧道或沟渠构成的输水系统,在保障引水灌区的农业灌溉用水、生活用水中,发挥着至关重要的作用。随着我国水利工程建设规模、数量的逐渐增大,渡槽建筑的荷载、跨度、架空等指标也在提升^[1]。高大渡槽不仅施工技术含量高、难度大,且面临着突出的安全风险,稍有不慎,便可能引发安全事故、质量问题。对此,要做好高大渡槽施工技术的研究,为施工提供理论与实践支持。

1 下部基础与支撑体系施工技术

1.1 基坑开挖与地基加固处理技术

基坑施工采用分层分段递进开挖的作业模式,严格管控各层开挖厚度,其中普通土层单次开挖厚度不得超过1.5m,软弱土层单次开挖厚度控制在1.0m以内,严禁出现超挖、欠挖等不规范

施工行为。开挖作业期间,对基坑边坡坡度实施动态监测,结合基坑实际深度合理调整边坡比例:深度5m以内的基坑,边坡坡度统一设置为1:0.8;深度超过5m的深基坑,需配套搭设临时支护结构,有效防范边坡坍塌事故。同时,在基坑周边布设截水沟与集水井设施,及时抽排场地内雨水及地下水,防止积水浸泡基底土层,避免地基承载性能大幅下降。基坑开挖成型后,采用人工方式开展基底清底作业,彻底清除基底浮土、杂物及松动岩土体,确保基底表面平整、土体密实。地基加固施工完成后,统一开展承载力专项检测,确保各项指标符合设计规范,为后续基础结构施工筑牢根基。

1.2 渡槽基础混凝土浇筑施工技术

渡槽基础主要包含条形基础、独立承台基础两类结构,属于

典型的大体积混凝土施工范畴，其浇筑施工质量直接决定基础整体刚度与承载性能。混凝土原材料需严格筛选管控，优先选用低热硅酸盐水泥，搭配级配优良的砂石骨料，通过优化配合比设计，适量掺加粉煤灰、缓凝减水剂，有效降低水泥水化热，缓解大体积混凝土内外温差过大的问题。混凝土采用场站集中拌合、罐车密闭运输、泵管泵送入模的一体化施工模式，运输过程中保持搅拌罐低速匀速转动，杜绝混凝土出现离析、泌水现象，保障混合料均匀性。浇筑作业采用分层连续浇筑工艺，单层浇筑厚度控制在300–500mm，逐层浇筑、逐层振捣密实。振捣作业选用插入式振捣器垂直振捣，振捣间距不超过振捣器有效作用半径的1.25倍，振捣作业以混凝土表面泛浆、无明显气泡溢出为标准，严控漏振、过振问题，避免结构出现蜂窝、麻面、空洞等外观及实体缺陷。

1.3 高空支架搭设与预压稳定技术

支架搭设严格遵循先立立杆、后搭横杆、增设斜撑的标准化顺序，同步布设连续贯通的竖向剪刀撑与水平剪刀撑，大幅提升支架整体性与抗侧向位移能力。支架搭设高度需超出施工作业面1.2m，同步搭设防护栏杆、挡脚板等安全设施，完善高空作业安全防护体系。支架搭设完工后，禁止直接投入施工使用，必须开展全方位分级预压试验，彻底消除支架非弹性变形及地基微小沉降变形。预压作业采用沙袋、水箱分级加载方式，加载总荷载为施工总荷载的1.1倍，全程匀速分级加载，每一级加载完成后静置观测2小时，精准记录支架沉降、位移数据。满载状态下持续静置观测24小时，待观测数据稳定、沉降差值符合规范标准后，方可开展分级卸载作业，规避瞬间卸载引发的支架冲击变形。

2 渡槽主体结构核心施工技术

2.1 高精度模板安装与调校施工技术

模板安装前，对模板表面进行彻底清理打磨，均匀涂刷专用脱模剂，保障脱模剂厚薄一致、全覆盖无遗漏、无堆积结块，避免影响混凝土成型外观质量。模板安装遵循先底模、后侧模、最后顶模的顺序，安装全过程采用全站仪、水准仪实时测控结构轴线、标高、垂直度，严格把控安装偏差，确保槽身轴线偏差控制在3mm以内，垂直度偏差不超过0.1%。模板拼接缝隙采用专用密封胶条封堵密封，杜绝混凝土浇筑过程中漏浆、产生砂眼等问题。模板安装就位后开展整体加固作业，采用对拉螺栓与内外支撑相结合的复合加固方式，科学规划螺栓布设间距，提升模板整体稳定性，有效抵抗混凝土浇筑产生的侧向压力。

2.2 槽身钢筋加工与精准安装技术

钢筋施工全程遵循集中加工、精准下料、标准化安装的作业原则，所有进场钢筋需核验出厂合格证、质量检测报告，抽样送检合格后方可投入施工使用。钢筋统一在专用加工棚内集中加工，采用数控设备完成精准下料、切断、弯折作业，严格依据设计图纸管控钢筋长度、弯折角度、弯钩尺寸，杜绝各类尺寸偏差与造型误差。加工成型的钢筋按规格分类编号堆放，落实防潮、防污染防护措施，防止钢筋锈蚀、变形损坏。钢筋安装前，

深入核对施工图纸，明确主筋、分布筋、箍筋的排布间距与安装顺序，提前做好定位标记。安装作业遵循先主筋、后分布筋、再箍筋的顺序，采用绑扎与焊接相结合的施工方式，受力钢筋搭接长度、焊接焊缝长度严格契合规范标准，确保绑扎间距均匀、连接牢固，无松动、偏移等问题。为精准控制钢筋保护层厚度，统一采用高强度混凝土垫块，均匀布设垫块位置，将保护层厚度偏差严格控制在2mm以内。针对槽身预应力钢筋预留孔道，施工过程中精准定位、牢固固定，避免钢筋安装偏移挤压孔道，引发孔道变形、堵塞等质量问题^[2]。

2.3 高空混凝土浇筑与温控防裂技术

高大渡槽高空浇筑作业空间狭小、现场风速偏大、环境温度影响明显，施工过程中易出现混凝土浇筑不密实、温度裂缝、干缩裂缝等质量问题，需采用针对性的高空浇筑工艺与温控防裂技术。施工前进一步优化混凝土配合比，严格控制水胶比，适量掺加抗裂型外加剂，显著提升混凝土抗裂性能与结构稳定性。混凝土采用泵车高空泵送浇筑方式，全程固定输送管道，杜绝管道高空晃动影响浇筑连续性与稳定性，严格把控混凝土入模温度，将其稳定控制在5–30℃区间。浇筑作业采用分段分层连续施工模式，单层浇筑厚度控制在400mm以内，选用多点对称浇筑工艺，避免单侧浇筑压力过大导致模板偏移变形。振捣作业配备小型高精度振捣设备，对钢筋密集区域、结构边角等关键部位精细化振捣，保障混凝土填充密实，杜绝空洞、蜂窝等实体缺陷。高空施工期间实时监测现场风速，遇六级及以上大风天气立即暂停浇筑作业，防止混凝土表面水分快速流失，引发风干裂缝病害。温控防裂实施全过程动态管控，浇筑前通过配合比优化降低水泥水化热，浇筑阶段严控入模温度，浇筑完成后及时覆盖保温保湿材料。在混凝土结构内部布设测温元件，实时监测结构内外温差，当温差超过25℃时，第一时间调整保温防护措施，通过外部保温、内部降温的双向调控方式，平衡混凝土内部温度梯度，有效抑制温度裂缝产生，保障槽身混凝土结构完整无损。

3 预应力与防水防渗专项施工技术

3.1 槽身预应力张拉与锚固施工技术

高大渡槽槽身跨度较大，薄壁结构自身抗拉性能较弱，预应力施工能够有效提升槽身抗裂能力、增强结构整体刚度、抵消输水运行产生的拉力，是核心关键施工工艺。预应力张拉作业需在槽身混凝土强度达到设计标准95%以上、弹性模量检测合格后开展。施工前对张拉千斤顶、油压表等配套设备进行标定校验，确保设备精度满足施工规范要求；同时清理预应力钢绞线、锚具表面的杂物与锈蚀，核查钢绞线规格、数量、张拉孔道位置，全面排查各类施工隐患。张拉作业采用两端对称同步张拉工艺，张拉分级流程为初应力施加、分级张拉、超张拉、稳压持荷、锚固锁定。初应力设定为设计张拉应力的10%，用于均匀调整钢绞线受力状态，消除钢绞线松弛、错位等问题^[3]。分级张拉过程中，实时记录张拉应力数值与钢绞线伸长量，采用应力控制为主、伸长量校核为辅的双重管控模式，确保伸长量偏差控制在±6%的规范允许范围内。张拉至设计超张拉应力标准后，稳压持荷

5分钟,充分消除钢绞线塑性变形,随后缓慢卸载完成锚固作业。锚固完成后及时检查锚具工作状态,杜绝滑丝、断丝、锚固松动等质量缺陷。全程实施标准化张拉作业,严控超张拉、欠张拉问题,保障预应力施加精准有效,全面提升槽身结构的抗裂性能与抗变形能力。

3.2 预应力孔道压浆与封锚技术

预应力张拉锚固完成后,需在24小时内启动孔道压浆作业,避免孔道长期裸露导致钢绞线锈蚀。压浆施工采用真空辅助压浆工艺,施工前彻底清理孔道内部杂物与积水,确保孔道通畅、干燥洁净。水泥浆选用普通硅酸盐水泥配制,适量掺加减水剂、膨胀剂,严格管控水胶比与浆液稠度,确保配制的水泥浆流动性优良、无离析、微膨胀、无收缩空洞。施工时先开启真空设备抽取孔道内部空气,形成负压环境,再从孔道低端匀速压浆、高端排气,保持全程连续压浆,待高端排出浆液浓稠均匀、无气泡后,封闭排气孔,持续稳压压浆3分钟,确保孔道填充饱满密实。压浆完成后及时清洗施工设备,并对浆体开展养护,防止浆体开裂。封锚作业需在压浆浆体强度达标后实施,先凿除锚具周边松散混凝土与浮浆,彻底清理端口基面,采用高强度微膨胀封锚混凝土分层浇筑封堵,振捣密实、表面收光,并做好保温保湿养护。封锚结构需与槽身主体衔接平顺,无裂缝、无空隙,彻底封闭预应力张拉端口,阻隔水分、杂质侵入孔道,保障预应力系统长期稳定运行。

3.3 渡槽接缝与止水带安装施工技术

渡槽槽身施工,槽身伸缩缝、施工缝是渗漏高发薄弱部位,止水带安装施工质量直接决定渡槽整体防渗防水性能。渡槽除后浇带,槽身砼采用一次浇筑完成,拉杆砼与槽壁整体施工模式。

槽身后浇带与槽身端肋之间设置1道铜片止水,单跨槽身共2道,间距为40.0m,槽身纵向钢筋与止水冲突时可适当调整主筋位置避开止水,端肋及后浇带钢筋与铜止水冲突时自行断开或暂折避开铜止水。铜片止水的材料性能、制作、安装及质量检

查和验收应按照《水工建筑物止水带技术规范》DL/T5215-2005的有关规定执行,铜片止水宽30cm厚1mm,长度根据现场进行定制。

槽身后浇带施工前依据设计标准精准确定接缝位置、布设间距与缝体宽度,伸缩缝布设间距为42.0m,缝宽控制在50mm。接缝止水采用压板式新型止水,止水带采用U形GB复合橡胶止水带,止水胶带厚10mm,止水带应采用整条,止水带与底部砼间采用4mm厚GB胶板粘结,该材料具备弹性优良、抗老化、变形适应性强的特点,可有效适配结构伸缩变形,满足防渗需求。止水带安装前开展外观质量检查,杜绝破损、开裂、老化、气泡等缺陷产品投入使用。

施工过程中应注意防护,防止施工废渣进入鼻腔。

安装过程中精准定位、居中布设,确保止水带中心线与接缝中心线重合,安装偏差控制在5mm以内。

4 结语

本文全面探究了高大渡槽整套核心施工技术体系,针对基础施工、主体浇筑、预应力专项施工及防渗止水等关键环节的技术要点与管控标准进行细化阐述,契合高大渡槽高空、大体积、高精度的施工特点,为高大渡槽标准化施工、质量管控及技术优化提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]董源,晏小峰,夏章程.四川跨市(州)高大渡槽施工关键控制措施分析[J].四川水利,2025,46(02):28-32.
- [2]罗涛,郝明辉,晏小峰,等.预应力U形薄壳渡槽温度效应分析[J].四川水利,2022,43(03):7-11.
- [3]向阳,李锋,陈崇德.普溪河渡槽施工造槽机拼装及预压试验控制研究[J].水利建设与管理,2021,41(07):49-53.

作者简介:

孙吉辉(1978--),男,汉族,河南省新乡市人,工程师,主要从事水利工程管理施工研究。