

渠道边坡水泥土换填施工方法及质量控制要点

席 洋

(安徽省江河水利水电工程监理咨询有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘 要 引江济淮工程是国内挖深最大、等级最高的人工内河航道, 它的实施对于优化水资源配置、改善民生条件具有重要意义。由于工程开挖深度达 30 m 以上, 开挖原状土多为膨胀土, 需换填的边坡规模大, 施工条件复杂, 对过程质量控制不易, 由于渠道边坡防护工程是河道能够顺利通水通航的关键节点, 因此水泥改性土回填是渠道基础部位质量控制的重点环节。本文通过对水泥土换填施工过程中的开挖要求、原料控制、施工工艺、质量检测等施工特点进行了梳理, 总结了完整的施工方法和质量控制要点, 以期为后续的大面积渠道边坡水泥土换填工程的施工提供参考。

关键词 引江济淮; 河渠边坡; 水泥土换填; 质量控制

中图分类号: TU411; TV551.4

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.07.016

0 引言

水泥改性土换填施工方法, 是把开挖的膨胀土利用起来, 掺入一定比例的水泥降低其膨胀性, 既提高了承载力, 又能隔离原有膨胀土与外界接触从而形成稳定的坡体, 因其原料开采简单、拌合技术成熟, 适宜开展大规模的施工。本工程通过自建拌合站控制了关键指标参数, 满足了连续上土施工作业的建设需要, 既利用了原状土, 又加固了渠道边坡, 在实际应用中取得了良好的效果^[1]。

1 工程概况

引江济淮工程由长江下游上段引水, 向淮河中游地区补水, 是一项以城乡供水和发展江淮航运为主, 结合灌溉补水和改善巢湖及淮河水生态环境等综合利用的大型跨流域调水工程, 是集供水、航运、生态等效益的一项水资源综合利用工程。自南向北可划分为引江济巢、江淮沟通、江水北送三大工程段落, 共设八大节制枢纽。

江淮沟通段输水河道自巢湖西北部派河口起, 沿派河经肥西县城关上派镇, 在肥西县大柏店附近穿越江淮分水岭, 沿天河、东淝河上游河道入瓦埠湖, 由东淝河下游河道, 经东淝闸后入淮河, 全长 155.10 km。其中 J008-2 标段位于江淮分水岭北侧, 对应桩号 J46+000~48+000, 标段总长 2.0 km。设计输水流量 290 m³/s, 设计输水位 19.78~19.70 m, 最高通航水位 23.86 m, 最低通航水位 17.40 m, 设计百年一遇防洪水位 25.53 m。渠道底宽 60.0 m, 底高程 13.4 m, 土质边坡坡比

1:3, 边坡在垂直方向每上升 6 m 设置一平台层, 每层平台宽度在 3~8 m。本标段根据地质勘察深度范围内揭露的地层情况, 普遍分布了大量弱~中性膨胀土, 需对边坡位置换填处理。即在土质边坡层换填 1.0~1.5 m (垂直于坡面) 厚度的改性土体。水泥改性土换填总量为 91 万 m³。

本工程的水泥改性土拌合站布置于弃渣场内, 共建设了两座拌合站, 每个拌合站配备 1 台 YST680C 型碎土机、1 台 WCB700 型搅拌系统, 1 台 EX-240 型挖掘机、2 台 SD24G 型推土机 (带松土器)、2 台 40 型装载机、2 个 100 吨水泥罐, 单站拌合站生产能力为 71 m³/h。

每个施工面配备 1 台 24T 光轮振动碾压机、1 台凸块式压路机、1 台 240 型挖掘机、1 台 GR180 型平地机、1 台 SD24G 型推土机、1 辆雾化洒水车。

2 渠道边坡水泥土换填施工技术要求

2.1 河渠边坡开挖与保护层防护

河渠土方开挖按照“分区分段自上而下”的开挖方式, 每段开挖的土方由实验室测定其膨胀率, 适用于本工程的土料按照规划的范围分区堆放。测量人员对边坡位置放样定位后留出保护层的厚度, 不可对坡面一次开挖到位, 禁止建基面长时间暴露在空气中。预留保护层的厚度不应小于 50 cm, 中、强膨胀土预留保护层厚度不应小于 100 cm。

2.2 水泥改性土技术要求

1. 水泥。按设计要求使用的改性材料为 P.042.5

普通硅酸盐水泥,按重量比进行掺入,掺入量为 4%。

2. 土料。改性土原料采用河渠开挖的土料,根据其特性进行分区放置。自由膨胀率小于 65% 拉运至土料场储料备料,超过 65% 的拉运至弃土场回填处理。

3. 改性土。水泥改性土拌合均匀度不大于 0.8,回填压实度不小于 0.96%。

2.3 工艺性试验

实验前,根据拌合料的轻型击实试验确定了最大干密度,试验过程中通过调节含水率和碾压遍数对比各项碾压结果。本工程碾压试验场地在堆料场内进行。推土机整平场地后再用光面碾优化场地平整度,使用白灰线标识 30*30 m 的场地轮廓范围,试验场地按 15*15 m 平均划分为 4 块。每实验块设 5 个沉降观测点,用以检查虚铺后的沉降量。铺料采用进占法,之后人工找平。碾压完成后,测量人员对碾压后对应沉降点高程进行测量后再由实验人员使用环刀检测压实度。碾压试验的结果显示:拌合后的改性土最大干密度为 1.69 g/cm³,最优含水率为 18.4%,铺土厚度 40 cm,碾压 8 遍,上下层面无剪切破坏现象,满足 96% 回填压实度的设计要求。

3 渠道边坡水泥土换填施工过程

3.1 土料开采与备料

开挖河渠土方开采量大、开采周期长。土方开挖时需在试验室及时进行土质检测,确定其膨胀性,检测合格的原料土,按照质量等级、拌合站需求量、施工部位运输至临时性堆放区和直接堆放区。

河渠开采的弱膨胀土料含水率较高,直接使用时易出现土料颗粒过大拌合不均匀的情况,不利于质量控制。为方便土料破碎机轻易破碎土块,需将原料土中的含水率控制在 (15±1)%,保证破碎后土料粒径满足设计要求^[2]。日常中使用带松土器的推土机进行多次破碎、翻晒处理,降低料场土体含水量。

翻晒完成的土料在进行含水率检测后使用推土机配合挖机打堆,堆料不易过高并使用防雨布全覆盖。拌制时直接使用装载机装填至 110 kW 碎石机处进行破碎,每批次破碎的土料经检测人员检测最终粒径大小与级配符合设计要求后,再由装载机装入带防雨棚的储料仓内,如生产连续可由装载机直接装入水泥土拌合系统中。如粒径筛分不合格由装载机重复装填至碎石机中,直至合格。

3.2 水泥土改性土施工

水泥改性土在厂站内加工,采用的机械为 WCB700 型土料拌合机。原状土由集料口经皮带传送至拌合室拌

制后进入下料斗中。集料斗上口焊接 10*10 cm 钢筋筛网,用于再次筛分超径土料。拌合室内水泥掺入量根据集料斗下方的压力传感器由电脑自动调节控制,搅拌过程中根据原土的含水率由人工适当添加拌合用水,以达到最佳含水率的要求。水泥土采用自卸车运输至施工现场,运输过程中对车厢顶部进行苫盖,降低失水率。

水泥改性土填筑前控制原坡面保护层的开挖深度。使用平地机或者推土机对原坡面坡脚处进行切削处理,进刀深度为 30~50 cm,形成台阶状,保证新填水泥土与原状土的结合。之后检测施工面的坡度,清除散落土块。摊铺前沿堤纵轴线方向标记摊铺外边线,保留填筑后边坡土方有一定的富余量,保证之后刷坡时坡面平整度不会影响砼面板厚度,铺填边线超宽值不小于 30 cm。在每层的边线上每 5 m 在左右两边位置固定插钎并拉线,按照碾压试验中的结论确定线顶高程以达到虚铺厚度要求。最后由测量员使用 GPS 对开挖后的建基面再次放样检查,复核内外边线尺寸与超填宽度是否符合图纸要求。自卸车进占倒土堆料后由挖机按照插钎线高进行摊铺,平地机整平作业面。

经平地机平整后的作业面应立即碾压,碾压时,由 1 台 24T 光轮振动碾压机沿渠道纵线方向按照进退错距法作业,前进和后退一个来回按 2 遍计,碾压时先进行 2 遍静压,然后进行 4 遍振压,最后进行 2 遍静压。纵向碾压搭接宽度通过对痕迹的测量保持在 30 cm 以内。碾压机械由指定人员驾驶,沿纵线方向直线行驶时的速度保持在 2 km/h。在作业面进口位置、碾压设备转弯处、边坡预埋的盲管出口以及易漏压和欠压的区域,采用蛙式夯配合人工进行夯实^[3]。碾压完成后立即由试验人员取样环刀检测压实度,检测过程中该工作面需暂停施工。

3.3 成品保护

水泥改性土经过拌合、压实成型后宜在 6~8 h 内进行下一单元连续施工,即再次上土覆盖。如不能连续作业,对已完成单元的工作面需覆盖塑料薄膜或者防雨布等保护措施,端头部位设立临时围挡,禁止工程机械进入工作面。

4 渠道边坡水泥土换填施工质量控制要点及措施

4.1 保护层开挖

1. 使用 GPS 进行开挖定位放样,放样时提前预留保护层,根据放样位置,人工撒白灰线,用作开挖控制边线。控制线以带保护层的外边线为主。

2. 河渠边坡保护层开挖根据生产调度和天气情况统筹考量,应做到开挖一段施工一段,不可长时间暴

露建基面。在建基面开挖工序验收合格后立即组织填土施工。

3. 完成保护层开挖后如不能立即开展施工工作,应采取相应的保护措施,对水平建基面进行覆盖,避免机械进仓后反复碾压导致的弹簧土现象,如有,应将影响范围内的土体挖除。边坡上还应采用塑料防雨布进行覆盖防护。

4.2 堆料场土料翻晒

料场开挖前,应复核开挖料特性,必须按照 SL237 的要求做颗粒组成、液塑限、击实、含水率、自由膨胀率等试验^[4],按同一料源、同一土质每 3 万 m³ 一个批次的频度进行检测。符合要求的拉运至堆土场进行备料。雨水天气过后和夏季高温时应时常翻晒堆土场表土,防止土壤板结和含水率过大的情况出现,否则在破碎机内易出现粘斗现象,影响碎土率和施工进度。

4.3 水泥土拌合系统质量控制

1. 每月应当对搅拌计量系统进行校正,并记录。计量允许偏差:水泥为 $\pm 2\%$;土为 $\pm 3\%$ 。

2. 生产前,操作人员需空载运行,检查液压斗门开启与关闭是否正常、传输皮带有无打滑异常、电机与下料斗有无异响。

3. 每盘拌合的时间不少于 2 分钟,若在出机口检测拌合物均匀性较差则应延长搅拌时间直至符合要求。

4. 改性土料在拌合站出料口处的含水率宜高于最优含水量 1%~3% 之间。尤其是夏季作业时,水泥改性土的含水率宜高于最佳含水率的 3.0%,以补偿在摊铺及碾压过程中的水分损失^[5]。

4.4 卸料摊铺

自卸车拉运改性土至作业面卸料后,检测人员除了在拌合站检测水泥含量、均匀性、颗粒大小外,还应在施工现场对拌合物的粒径做最终检测,防止因自卸车装料高度过高、等待卸料时间过长、含水率偏大而导致结块现象,从而影响碾压效果。

由于虚铺土厚度较薄、作业面的宽度较窄、参与施工的机械较多,各类机械全部集中在有限的工作面上,若调度人员指挥不当必定会造成土料的剪切破坏,也不利于安全管理。因此,合理安排施工机械的作业顺序尤为重要。在铺土作业时,自卸车最先进入工作面后退卸料,挖机进场后后退摊铺,保持最远卸料点与挖机距离小于挖机工作臂长,最后平地机刮平作业面。在摊铺过程中仅有气胎式平地机在工作面行走,有效地减少了其他施工机械对虚铺作业面的反复碾压。

4.5 碾压

1. 相同高程的两个邻近单元同时施工时接头部位

宜连续铺料整平,尽量减少人为分缝。相邻施工段作业面宜均衡上升;若段与段之间不可避免地出现高差时,应以斜坡面相接^[6],每层斜坡搭接宽度按照规范要求,平行堤轴线方向不小于 0.5 m^[7]。作业机械不宜在已压成的水泥改性土层上调头,如必须调头,应采取保护措施保护调头部分,使水泥改性土表层不受破坏。

2. 碾压作业时质检人员需注重对现场情况的检查,若出现弹簧土或起皮等问题需将该部分翻开并再次碾压,直至达到设计标准为止^[8]。碾压结束后测量并记录标记点高程和及结束的时间,作为自检评定的依据,试验检测人员立即对该单元进行压实度环刀检测。由于压实度取样、检测等待结论的时间较长,连续上土作业的工作面受风吹、日晒、高温等不利因素影响,表层会出现细小的干缩裂纹现象,必要时使用雾化洒水车对工作面进行补水作业,做到表面微湿即可。

3. 在每层换填土检测合格后再使用凸块碾对顶面进行刨毛处理,保证上下层之间结合紧密,杜绝渗水通路。若不能在该部位连续施工覆土,也可在检测合格后立即进行防雨布覆盖,待具备施工条件后再使用凸块碾刨毛作业。

5 结束语

引江济淮工程水泥土换填方量大,施工强度高,在大范围连续施工中已取得良好的效果。在施工过程中,通过对工程量、工作条件、天气情况的全面把握,合理地规划工作面,能够使得施工与检测有条不紊地进行,减少了备料与检测相冲突导致工序衔接不畅的情况出现。本文从工程实践出发,介绍了有关水泥土施工质量控制要点,在各项措施的保证下,边坡水泥土换填的施工进度和质量得到显著提高。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 水利水电单元工程施工质量验收评定标准: 堤防工程 [S]. 2012-09-19.
- [2] 中华人民共和国水利部. 堤防工程施工规范 [S]. 2014-07-16.
- [3] 史丽娟. 浅谈水泥土换填施工技术及其质量控制 [J]. 甘肃科技纵横, 2014, 43(08): 75-79.
- [4] 同 [2].
- [5] 雷宇, 张学光. 渠道水泥改性土换填施工技术及其质量控制 [J]. 南水北调与水利科技, 2024, 11(02): 206-209.
- [6] 李亚东. 水泥改性土换填膨胀土施工技术 [J]. 中国高新科技, 2020(05): 78-79.
- [7] 同 [1].
- [8] 高剑. 河渠工程水泥改性土换填施工质量控制分析 [J]. 建筑发展, 2020, 04(05): 26-27.