

堤防加固工程中 土方填筑施工技术要点控制

曹驰宇^{1,2}

(1. 江苏力恒工程咨询有限公司, 江苏 南京 210000; 2. 南京市水利规划设计院股份有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要:通过对中小河流治理堤防加固项目中,加强土方填筑技术管控的总结分析,结果表明,河道堤防加固中土方填筑施工技术管理尤为重要,要认真做好碾压试验,并综合研判,科学确定指标参数,打好基础技术工作;要从专业角度对待土料选择,紧盯土源质量;要用技术的、经济的、管理的系统方法论,统筹组织好现场机械施工。唯此能保证土方填筑施工工程质量、效益、安全相统一。

关键词:河道堤防加固工程; 技术管理; 土方填筑; 碾压试验

中图分类号:TV871

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2024)04-0041-0005

Control of key technical points of earthwork filling construction in embankment reinforcement project

CAO Chiyu^{1,2}

(1. Jiangsu Liheng Engineering Consulting Co., Ltd., Nanjing 210000, China;

2. Nanjing Water Conservancy Survey Design and Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210000, China)

Abstract: Through the summary and analysis of strengthening the control of earthwork filling technology in the reinforcement project of small and medium-sized river embankments, the results show that the management of earthwork filling construction technology in river embankment reinforcement is particularly important. It is necessary to carefully carry out compaction tests, comprehensively analyze and judge, scientifically determine indicator parameters, and lay a solid foundation for technical work; It is necessary to treat the selection of soil materials from a professional point of view and keep a close eye on the quality of soil sources; We need to use the systematic methodology of technology, economy and management to coordinate and organize the on-site mechanical construction. This is the only way to ensure that the quality, efficiency and safety of earth filling construction projects are harmonized.

Key words: river embankment reinforcement project; technical management; earthwork filling; compaction test

河道堤防质量直接关系到防洪及高水位输送水的河道安全稳定。土质河道堤防遭受破坏的形式一般分为漫顶破坏、渗透破坏和边坡失稳^[1],因此土质河道堤防修筑,特别是老河堤的除险加固

中,堤防土方填筑质量普遍受到更大重视,因此加强堤防土方填筑施工技术管理理应放到重中之重。

目前国家正在加快推进的中小河流治理项目中,绝大多数都有堤防加固的任务,及时总结各地

收稿日期: 2023-12-15

作者简介: 曹驰宇(1990—),男,工程师,水利部注册监理工程师,主要从事水利工程施工建设管理工作。E-mail:1139667734@qq.com

经验,进行河道堤防土方填筑施工技术管理交流互鉴大有益处。笔者参与的杨柳圩后河段堤防加固工程是市级重点中小河流治理工程之一,该工程被评为“2023年安徽省水利建设工程规范化施工管理工地”。杨柳圩后河段在往年汛期出现过多处渗漏等险情,2022年10月份投入了近亿元资金,对后河段12 km圩堤实施加固,项目完成后将有效保障圩内4万群众以及3 333.33 hm²(5万亩)农田的防洪安全。本文对含山县杨柳圩后河段堤防加固工程施工现场实践中堤防加固土方填筑施工全过程进行技术管控总结,包括总结土方碾压试验确定技术指标、碾压参数选择和堤防填筑施工工艺流程,并探讨交流堤防工程土方施工技术路线。

1 工程概况及碾压试验

含山县杨柳圩后河段堤防加固工程位于安徽省马鞍山市含山县运漕镇境内。工程区位于长江左岸,地貌以河湖相冲积平原与山前洪积平原为主。总体上看,该地区属于沿江丘陵平原,地形起伏较大,局部微地貌较发育,包括平原、低山、丘陵、岗垅、河湖等地貌形态。该项目位于裕溪河左岸、后河右岸,为裕溪河后河水系。工程分两处施工,累计加固堤防长度12 km,分别为丛林圩段加固1.89 km,三汊河段堤防加固10.11 km,工程的主要内容包括堤身加高培厚、填塘固基、堤身防渗处理、岸坡防护和防汛道路等,其中堤身土方加培工程量总共约48万m³,是工程的主体。工程区位于扬子地层区下扬子地层分区六合巢县地层小区,工程区内地表广泛出露第四系松散堆积层。勘探深度范围内揭露地层主要为白垩系粉砂岩、第四系粉质壤土、粉质黏土及轻粉质壤土、粉细砂,黏性土与砂性土互层等。堤身土性一般与附近堤基上部地层相同或相近,以重、中粉质壤土及粉质黏土为主,局部夹少许砂壤土。

1.1 设计标准

该河道堤防工程防洪标准为20年一遇,设计洪水位为10.1 m,堤防等级为4级。土料应采用黏性土(黏土、重粉质壤土),控制土料含水量为最优值或接近最优值。土料最大干密度不小于1.52 g/cm³,击实度为0.93时,相应黏聚力不小于30 kPa,内摩擦角不大于10°,土料要求在选定的取土区内取土。填筑时,应按水平分层由低处开始逐层进行,严格控制铺土厚度,铺土厚度宜为25~30 cm,不得超厚,分层填筑夯实。填筑土压实度不小于0.93,并预留

3%沉降量。建筑物3 m范围内应采用人工方式填筑,新建建筑物应在其达到设计强度的75%,并经验收合格后方可回填,压实度不小于0.93。

1.2 碾压试验准备

碾压试验前根据工程对土料的使用要求^[2],施工单位先对合同指定的土料场进行了复勘核查工作。取土料场土料现场取样,在制备好的土料中选取一组代表样送至第三方实验室进行液塑限、击实试验和颗粒分析试验。以鲁庄取土场为例,试验结果为土料为黏土(砂粒8.1%,粉粒54.7%,黏粒37.2%),最大干密度为1.66 g/cm³,最优含水量为18.5%,塑性指数17.7。

碾压设备,机械设备采用1 m³挖掘机、15T自卸车、T130型推土机,试验和检测设备有微波炉、电子天平、环刀、削土刀和钢卷尺等。

碾压试验场地选择在取土料场就近的空地作为碾压试验的场地。机械选择挖掘机挖装土方,自卸车运至铺土点,挖掘机铺土并整平,推土机压实土方。碾压土料从运漕镇鲁庄取土区取土并运至试验区块,根据击实试验报告确定堤防填筑土料的含水率控制范围,要求土料的含水率在最优含水率的±3%以内,试验前检查取土区土料天然含水率,根据含水率需要控制的范围进行加水或晾晒,使土料含水率达到最优含水率±3%范围内。

1.3 碾压试验过程

1.3.1 碾压场地布置

采用挖掘机先进行碾压试验场地平整压实^[3],规划碾压试验的场地面积长30 m宽20 m,将试验场地以长边为轴线方向,划分长15 m宽10 m的4个试验小块。在每个试验小块布置观测点、取样点,用水准仪测量记录高程,实验小块周围设置高程杆,控制好铺填土料厚度。

1.3.2 试验过程

在场地轴线一侧的相连两个试验小块,铺设土质、天然含水量、厚度均相同的土料,铺土厚度30 cm。料场土采用挖掘机挖料,自卸车装料运至碾压试验场地,使用挖掘机铺料平整,推土机沿轴线方向进行碾压,轮迹搭压轮宽的1/3,碾压行驶速度控制在2 km/h以内。按照2遍、3遍、4遍、5遍依次进行碾压,每次碾压完成立即进行环刀取样,检测含水率和干密度。

在场地轴线另一侧的两个试验小块,铺设土质、厚度(30 cm)均相同的土料,含水量较天然含水量按照土料的最优含水率的±3%以内进行相应

的调整。施工方法同上。按照2~5遍进行碾压,每次碾压完成立即进行环刀取样,检测含水率和干密度。

每个试验小块按照碾压试验方案,碾压至规定遍数后,在填筑面上进行取样试验。每次取样数为12个,采用环刀法取样,测定干密度,烘干法测定试样的含水率,并据此计算压实度。试验完成后,及时将试验资料进行整理分析,绘制压实度与压实遍数的关系曲线(图1),压实度与含水率关系曲线(图2)。

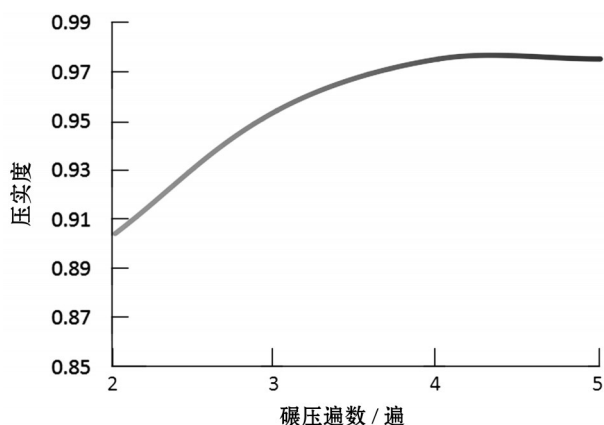


图1 土料碾压遍数与压实度关系曲线(天然含水率17%)

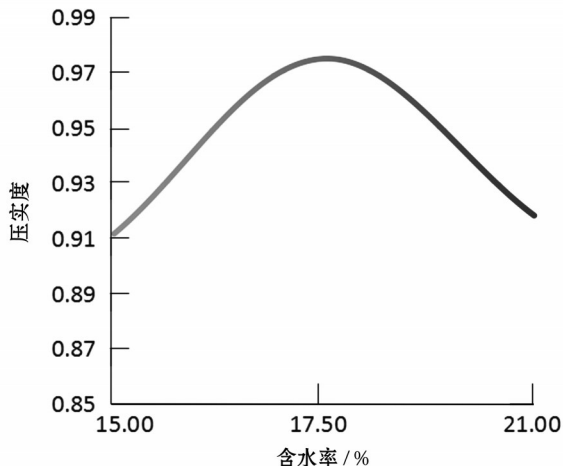


图2 土料含水率与压实度关系曲线(碾压4遍)

1.4 碾压参数选择

通过碾压试验,根据试验成果分析,满足设计标准(压实度0.93)的适宜施工参数如下:土料的土块直径不大于10 cm,碾压机具选用T130型推土机,行驶速度不大于2 km/h,碾压遍数3遍至5遍,铺料厚度25~30 cm,土料含水率控制15.6%~20.4%。

2 堤身土方填筑及施工技术管理要点^[4]

2.1 堤基处理

填筑前根据设计要求,首先对堤基进行清基清淤作业,基面清理至原状土,清除底部的积水、建筑垃圾、硬化地面、淤泥土以及树根、杂草、荆条、石块等杂物。清基厚度为0.3 m,清淤厚度一般为1.0 m,清理边界应超出工程范围0.5 m,局部淤泥较深处进行适当加深、加宽处理直至清至原状土。该项目丛林圩段有670 m长的滑坡段需要治理,首先要清除全部滑坡体,其中110 m滑塌段清除滑坡体后还要在迎水侧施打水泥粉喷桩对堤身抗滑处理,最后再加培堤身。

清基和滑坡段治理完成并通过隐蔽工程验收后,将新老堤结合处坡面挖成1 m宽的台阶状,进入填筑施工阶段。施工作业面采用分层统一铺土、统一碾压,分段作业面的最小长度不小于100 m。堤防道路每两百米左右修建一条上下坡道,方便土方运输与卸料。填筑施工作业步骤:布填土料→摊铺土料→初压整平土料→复压和终压。

2.2 土料铺填

自卸车将土料运输至卸土点卸土后,用推土机将卸土进行铺填,现场多采用进占法施工,当运输车辆较多交通不便时也采用自卸车后退法与进占法结合卸料(混合法),卸料后推土机及时平料,挖机辅助平料保持填筑面的平整,每层铺料后测量检查铺料厚度,发现超厚应及时处理。铺土厚度根据施工前土料碾压试验结果,虚铺厚度不超过30 cm。为确保铺土厚度不超厚,施工时在填土边线处设置木桩标记高程来控制,同时在施工现场架设水准仪对填土面作经常性测量,随时掌握铺土厚度的情况。

铺填土料当遇到地面起伏不平时,按水平分层由低处开始逐层填筑,不得顺坡铺填,横断面上的地面坡度陡于1:5时,将地面坡度削至缓于1:5。相邻施工段的作业面均衡上升,若段与段之间避免出现高差时,应以斜坡面相接,且垂直堤轴线方向的各种接缝,应以斜面相接,坡度可采用1:3~1:5,高差大时宜用缓坡。铺料至堤边时,应在设计边线外侧各超填一定余量:人工铺料宜为10 cm,机械铺料宜为30 cm。

2.3 土料碾压

根据碾压试验,选择相应型号的推土机对铺填土料进行碾压。碾压行走方向平行填土轴线方向,

碾压遍数根据填土前碾压试验确定的遍数执行。相邻作业段之间连接处搭接碾压宽度为5 m,碾压相互搭接,以避免发生漏压。该项目有一段堤防地基底部存在淤泥情况,设计单位经现场勘查确认不影响施工,暂不做其他处理,在软土地基上填筑时,应严格控制施工速度,必要时应在地基、坡面设置沉降和位移观测点,根据观测资料分析结果,指导安全施工。

该项目在堤防结合处拆除重建一座穿堤涵闸,涵闸墙后回填土,最低在建筑物强度达到设计强度的70%后进行施工,为了有利于回填土能与建筑物墙体很好地结合,填筑前土方与建筑结构间通过在结构表面涂刷泥浆的方式进行处理,刷泥浆的厚度不应低于2 mm,回填土的时间应选在所刷的泥浆还没有干之前进行。墙后3 m范围内回填土的铺土厚度为15~20 cm,铺填完成后再用蛙式打夯机进行夯实。

土料碾压完成后,采用环刀法进行取样检测压实度,现场取样应在压实层厚下部1/3处取样,如果下部1/3的厚度不足环刀厚度,以环刀底面达下层顶面时环刀取满土样为准。压实度检测合格并经监理工程师验收合格后方可进行下一层铺填土料施工。堤顶路基与路肩压实度要高于堤身压实度要求,在推土机碾压完成后还需用光轮压路机进行压实保证压实度以满足设计要求。

2.4 技术管理要点

(1)对土料场土源应先取样进行颗粒分析试验,确保土料满足设计要求,对不同土源土料应分别通过击实试验确定控制指标(最大干密度、最优含水率),土方填筑前做好碾压试验确定压实参数(碾压机械、压实遍数、铺土厚度、含水量范围等)。

(2)堤基清理和堤基范围内的沟塘处理是堤防填筑的关键,也是重要的隐蔽工程,在施工过程中必须给予高度重视。堤基、边坡清理中凡是堤基及坡面范围内垃圾土、淤泥等杂土应全部挖除,清理深度以表层不合格土、杂土、树根、废渣等全部清除为原则,清理至原状土,对泉眼、洞穴要进行特殊处理,清基后及时进行平整、碾压、检测、倒毛、报验。清基范围应超出设计边线30~50 cm。

(3)堤基清理后按堤身填筑要求压实平整,保证基面无松土、弹簧土和明显凹凸现象。新老堤结合处,应将现状堤防挖成台阶状,新堤与老堤同步上升,做好新老堤结合处的压实工作。

(4)铺填土料时应超出坡脚30 cm,铺到半坡时

再从下向上进行刷坡,保证堤脚压实度。铺土厚度控制不得超过30 cm,严禁顺坡贴土筑填,机械碾压时应平行于堤轴线,不得垂直于堤轴线方向碾压。控制好筑堤土料的适宜含水量,若土壤含水量大,应晾晒,土壤含水量小,应洒水湿润。控制土料含水率,防止含水量过大出现弹簧土,含水量过小不好压实。

(5)抓好土方填筑上下层结合面层的处理。堤防填筑的上下层结合面间若出现“弹簧土”、层间光面、层间中空、松土层或剪切破坏等,应及时进行挖除换填。

(6)根据规范要求,每层土料填筑完毕施工单位应认真完成自检工作,并填写评定资料报监理单位评定。监理单位采取平行检测,建设单位采取全过程检测方式,委托具有资质的检测单位抽检堤防填筑压实度,全面保障土方填筑质量。凡检测不合格的部位应采取补压措施或作局部处理,经复检合格后方可继续下道工序。

3 经验与体会

目前河道堤防建设土方填筑施工普遍采用机械化施工方式,基本上告别了肩挑人抬的历史,这无疑是减轻了劳动强度,提高了工作效率,但对项目技术质量安全管理保证体系也提出了新的要求。河道堤防土方填筑是一个专业性较强的技术活,既有理论学术层面的指标、参数试验和计算,以及综合研判确定指导施工的参数值,更需把施工现场的技术管理实践做深做实。该工程土方填筑工程量达48余万 m^3 ,堤身填筑施工高峰期时,现场挖机等施工机械多达20多台套,运土车40余辆,工程按照安徽省水利建设工程规范化施工管理工地要求,施工现场管理基本做到了井井有条。笔者从参与该项工程,及以前参与的类似工程建设的经历,并学习研究总结,获得了一些体会与认识。

(1)做好土方碾压工艺试验是土方填筑的技术基础。这是由每一个河道堤防土方填筑工程所处地质环境、土料选择以及施工机械组合的特殊性决定的。完全将碾压试验的结果作为堤防土方填筑的施工参数,虽然有时也存在一些片面性,但仍然必须按教科书要求,做好每一项试验,保证试验数据准确性,并结合工程经验、现场地貌,以及地质结构条件来综合分析、研判,进行科学修正,提供合理的施工参数,并在后期施工中,加强监测分析,参建各方做好综合判断,确保参数的准确性。

(2)选好土料是保证施工质量的基础。土源是堤防的建筑材料,要从土料力学性能指标,到保证土量的供应,兼顾运输经济效益,统筹好土方平衡、气候条件、运输环境等需求。要杜绝不按试验基础上确定的参数要求,特别是土源不够,凭感觉经验临时东拼西凑,将不合格的土料用于堤防填筑的现象。

(3)组织好机械作业是必须抓好的技术管控关键环节。施工技术管理要质量、安全、进度一体化统筹,从流程上完备体系建设、组织构架、人机相融。同时要注重用创新管理方式优化现场施工管理方案,抓好现场施工安全管理,有效控制好工程质量与施工进度。此外,新老堤接触面和邻近建筑物等复杂部位施工(如涵洞洞身、挡墙、格埂以及房

屋建筑等部位),要认真做好专项施工技术方案并对现场作业人员进行技术交底,做好周边建筑物的保护工作。参建各方密切配合,严格现场监督实施,既要保证土方压实到位,又不损坏有关建筑物。

参考文献:

- [1] 刘斌,力刚,陈家强,等.堤防安全及抢险技术的分析与应用[J].江苏水利,2023(9):66-69.
- [2] 李艳梅,苏兴彬,陆世权,等.明渠渠堤土方填筑碾压试验[J].广西水利水电,2022(6):15-21.
- [3] 中华人民共和国水利部.土工试验规程:SL237—1999[S].北京:中国水利水电出版社,1999.
- [4] 中华人民共和国水利部.堤防工程施工规范:SL260—2014[S].北京:中国水利水电出版社,2014.

(上接第40页)

的维护保养,装配行业先进的监测仪表,升级信息自控技术等,对生产运营带来事半功倍的效果。

(4)提标改造后污水处理厂的运行成本上升明显,尤其是电耗基本都小幅上涨,通过加强工艺优化调整,采取一系列节能措施,电耗水平总体仍处于行业优秀水平。强化生物除磷效果,优化化学除磷工艺,提标后除磷剂单耗总体呈下降趋势,降耗成果显著,提标后碳源单耗也呈下降趋势,工程性提标改造起到了非常好的生物脱氮效果。

参考文献:

- [1] 李一平,郑可,周玉璇,等.南方城市污水处理系统效能评估与提质增效策略制定[J].水资源保护,2022,38(3):

50-57.

- [2] 夏青.城镇污水处理厂污染物排放标准修改完善的思考[J].水资源保护,2020,36(5):22-23.
- [3] 冯仕训,张万里,蒋岚岚.太湖流域8座污水处理厂新地标提标改造设计总结[J].中国给水排水,2022,39(8):76-80.
- [4] 李鹏峰,郑兴灿,李激,等.城镇污水处理厂提标改造工作流程探讨[J].中国给水排水,2019,35(22):14-19.
- [5] 肖先念,唐霞,孙伟,等.南方某典型污水处理厂提标改造内部调控及工艺探讨[J].给水排水,2020,46(5):73-77.
- [6] 陈秀成.长三角地区污水处理厂排放标准解析及提标改造对策思考[J].给水排水,2019,45(11):29-32.