



长江中游淤泥质边坡护岸工程的 施工质量控制

杜继甫¹, 张俊锋²

(1. 武汉长航科达工程监理有限公司, 湖北 武汉 430014; 2. 长江航道工程建设指挥部, 湖北 武汉 430010)

摘要: 通过对荆江两处典型护岸工程施工的剖析, 对淤泥质边坡及渗流严重的岸坡护岸工程出现的问题进行分析, 并在此基础上提出了质量控制的对策和工艺流程建议。

关键词: 荆江护岸; 淤泥质边坡; 渗流作用; 质量控制措施; 工艺流程

中图分类号: U 656.3

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2012)10-0157-05

Construction quality control of bank protection to muddy slope on middle reach of the Yangtze River

DU Ji-fu¹, ZAHNG Jun-feng²

(1. Wuhan Changhang Construction Supervision Co., Ltd., Wuhan 430014, China; 2. Changjiang Waterway Engineering Construction Headquarters, Wuhan 430010, China)

Abstract: Based on the analysis of two typical river revetment constructions, we analyze the serious problems in the muddy slope and seepage slope engineering, and put forward quality control measures and process suggestions.

Key words: river embankment; muddy slope; seepage; quality control; process flow

2012年, 国家将进一步加快长江黄金水道建设, 重点对长江中游荆江河段航道进行系统治理, 打通长江中游航运瓶颈, 进一步释放黄金水道航运潜力。在航道治理工程中, 边滩及岸线的守护不可或缺, 护岸工程主要作用是利用护坡结构守护岸线, 抵制水流对岸坡的冲蚀和防止岸坡土壤流失, 保持滩体的完整, 平顺水流, 改善水流流态, 防止岸线崩退而引起的河道展宽。长江中游特别是荆江河段为冲积型河道, 河岸和河床结构疏松, 多为松散冲积沉积物。主要由粉质黏土、淤泥质土、砂土及卵石土组成, 易于受冲刷。在该河段进行航道整治工程的护坡施工存在一定的风险。

自三峡工程蓄水后, 长江中游形成清水下泄, 挟沙能力剧增, 因而加剧了对河床和堤岸的冲刷, 加上河道本身复杂多变的性质, 造成崩

岸现象剧增。特别是洪水向枯水降落期, 由于三峡蓄水调度影响, 往往导致中游水位急速下降, 受洪水浸泡的岸滩失去水体支撑, 再加上反向渗透压力, 抗剪强度大幅减小, 更容易出现崩岸现象。另外, 部分河段清水长时间贴岸冲刷, 使得岸滩的崩岸处于持续发展之中。本文结合长江中游瓦口子—马家咀河段航道整治工程及沙市河段航道治理腊林洲守护工程的施工实例, 分析长江中游航道整治工程中对淤泥质边坡及渗流作用下护岸施工的质量控制要点, 以防止发生边坡失稳、滑移、塌陷等质量事故。

1 荆江雷家洲、腊林洲两处护岸工程概况

瓦口子—马家咀河段航道整治工程在荆南干堤的雷家洲边滩实施2 300 m护坡守护工程, 采用

收稿日期: 2012-08-02

作者简介: 杜继甫(1965—), 男, 高级工程师, 主要从事长江航道建设工程的施工监理工作。

斜坡式平顺护岸结构。护岸结构主要包括枯水平台、陆上护坡、水下护底和水下镇脚4个部分。与施工水位同一高程设有一枯水平台，枯水平台以上为陆上护坡，以下为水下护底和水下镇脚。为保证岸坡的整体稳定，在枯水平台的后方设置铺石挡墙结构（图1）。

沙市河段航道治理腊林洲守护工程主要是对沙市河段的腊林洲边滩进行守护；守护长度 3 303 m；对左岸杨林矶一带已护岸线的重点部位进行水下加固。护岸为斜坡式平顺护岸形式，护岸结构与瓦口子—马家咀河段航道整治工程的雷家洲边滩护岸结构相同，只是取消了枯水平台后方铺石挡墙（图2）。

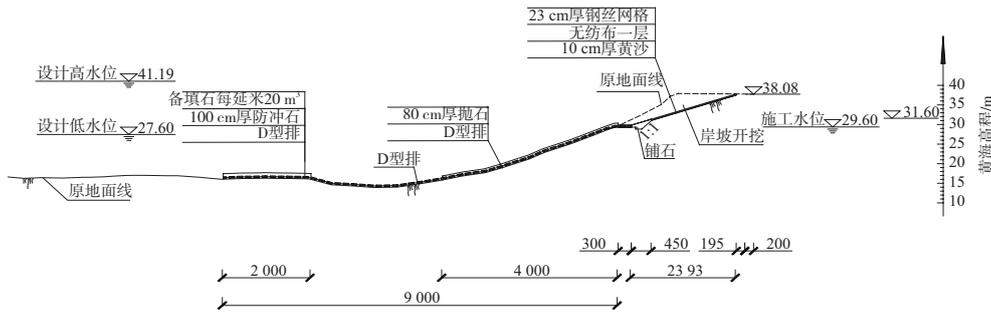


图1 雷家洲边滩护岸结构

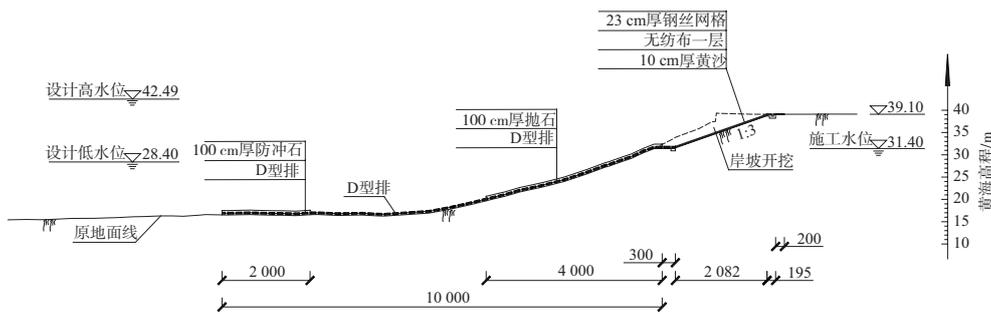


图2 腊林洲守护工程护岸结构

护岸工程施工工艺：平顺式护岸主体分陆上护坡和水下护底两个部分。陆上护坡的结构形式采用钢丝网石笼护垫，水下护底采用D型软体排。护坡为陆上施工，主要包括岸坡开挖、岸坡回填、削整(夯实、平整)边坡、排水盲沟、陆上反滤层、护面、截流沟和排水沟等工序。护坡施工顺序为：岸坡开挖(回填)、削整(夯实、平整)边坡，挖筑平台、铺设反滤层，最后一步护面施工包括铺设填充钢丝网格及钢丝网格的生态绿化。水下护底包括从脚槽开始向河心沉放D型排，排上抛石防老化，抛石镇脚、抛石补坡，排体边缘30 m范围内抛防冲石、备填石^[1-2]。

质黏土层、夹粉细砂薄层，软塑状，该层层理发育，抗剪强度较低。下部为粉细砂层，抗冲刷能力极差。粉细砂层分布在岸坡的下部和坡脚，局部地段位于洲体水没线以上。从钻孔柱状图来看，岸坡上部为1.3 m厚的粉细砂，往下为淤泥质粉质黏土及粉质黏土，厚度约7.4 m，再往下为松散至中度密实的细沙，厚度约20.3 m，钻孔的最下层为杂色混砂的卵石层，卵石直径一般为1~3 cm。由此可见，雷家洲边滩岸坡组成物为松散粉细砂及强度较低的粉质黏土、淤泥质粉质黏土，岸坡基底以松散粉细砂为主，耐冲刷性较差，坡脚在江水的冲刷、淘蚀作用下，易形成崩塌或滑坡^[1]（图3和4）。设计建议对软土段边坡进行适当的排水疏干措施或置换措施；在枯水平台和脚槽部位的开挖时，地下水带来的流沙问题对施工也可能造成影响。在下游地段，枯水平台基础为淤泥质粉质黏土，其承载力较低，建议进行抛石挤淤处理

2 两处护岸工程特殊的地质条件

2.1 雷家洲边滩

地质钻探资料表明雷家洲边滩的浅层地层呈二元结构，上层7~16 m为粉质黏土、淤泥质粉

再进行枯水平台的铺设。对于水下的D型排加抛石段, 根据水下地形的变化, 对岸坡较陡的位置补坡时适当进行抛石加厚处理^[1]。



图3 雷家洲边滩坍塌现场



图4 开挖后淤泥质及渗流严重的土质

2.2 腊林州边滩

依据钻探资料分析腊林洲高滩在31.4 m高程以上主要由: 0.5 m厚的耕植土层、0.8~2.7 m厚的粉质黏土、0.8~4.4 m厚的淤泥质粉质黏土及松散至稍密状的粉细砂组成; 高滩边缘的水域工程区, 在卵石层(高程6.62 m)以上均为细砂, 厚度为15.7 m。可见河段内地质组成较为复杂, 河床边界稳定性差, 极易冲刷及易坍塌特点, 在水流作用下是不稳定地层^[2](图5)。



图5 腊林州边滩崩窝

3 护坡施工中出现的主要问题

1) 排头松脱滑落现象。

工程开工之初, 根据水位情况, 首先进行护岸工程的水下沉D型排护底, 由于当时水位还在枯水平台高程以上, 为保证施工进度, 只得将排头加长, 固定在边滩之上。采用木桩绑系尼龙绳固定

排头, 垂直水流铺排施工。由于雷家洲边滩不利地质条件, 局部出现岸坡崩塌现象, 伴随着崩岸, 部分排头松脱、滑落, 2 300 m护岸出现十余张排头滑落现象。通过打捞排头或补排处理, 并及时跟进排上抛石镇脚施工, 保证了护底工程质量。

2) 窝崩现象导致边坡无法施工。

在沉排护底施工过程中腊林洲守护工程多次发生窝崩现象, 窝崩基本呈圆弧形, 长度在40~65 m, 崩退深度达20~30 m, 土体沿圆弧滑动面下挫, 大的窝崩处枯水平台下沉, 导致坡面施工无法进行(图6)。



图6 腊林州岸滩发生窝崩



崩窝连续发生使岸线呈锯齿形, 形成较多矾头, 不利于护岸的稳定。为保证岸线的平顺, 防止岸线继续崩塌, 采取抛枕及抛石措施补填窝崩的区域, 将原有枯水平台的位置向岸侧适当移动, 以有利于枯水平台的施工, 尽可能地减少岸坡的回填, 适当增大水下镇脚的范围和强度, 确保护岸的稳定。在本项目中, 对已完成沉排护底但发生窝崩现象的区域采取先进行抛枕补坡, 补到缓于1:2.5的设计坡比后再进行抛石镇脚, 待岸坡整体稳定后进行枯水平台及护坡工程的施工。对还未实施沉排护底区域则增设抛枕补坡和镇脚工序, 具体要根据实际地形分别进行抛枕补坡和抛枕镇脚。待岸坡稳定后再进行沉排护底的施工, 随后在排体之上抛石镇脚。经过以上处理,

腊林洲守护工程整体稳定。

3) 不合理的施工工序导致枯水平台沉陷滑移。

开工之初,施工单位按照以往施工经验,在沉排护底的同时进行了陆上开挖边坡,并在抛石镇脚护底未到位情况下,进行了枯水平台的砌筑。结果出现严重问题,刚完工不久的长约35 m枯水平台沉陷约30 cm,并向江侧滑动近40 cm(图7)。



图7 枯水平台及挡墙出现沉陷滑移

分析原因主要是在软体排护底后,仅实施了排上抛石,抛石镇脚及补坡石均未到位,加上这段淤泥质粉质黏土层较厚,排水固结不充分,枯水平台及挡墙铺石荷载较大,导致此段枯水平台整体沉陷并向江侧滑移现象。处理措施:立即进行抛石镇脚和水上抛石补坡,保证水下边坡达到设计不陡于1:2.5的坡比要求,再进行枯水平台及挡墙铺石返工。返工后除正常沉降外,整体护坡结构便趋于稳定。

4) 地基承载力低导致机械开挖施工困难。

边坡土方开挖施工时,特别是当开挖至边坡下部枯水平台及挡墙基槽处时,由于承载力低,施工挖掘机多次出现沉陷状况,有的地带人行走困难,设备根本无法靠近。用钢板垫底,增加挖机受力面积,减少压强。并采用2~3台挖机接力合作,将底层挖除的淤泥质土传递运至坡顶。

4 淤泥质土质护坡施工的质量控制

1) 岸坡土方需采用分层开挖晾晒措施,使开挖后淤泥质粉质黏土得到充分裸露晾晒,降低土壤含水量,待土质固结一段时间再进行人工整平、铺设反滤层及面层结构施工。应注意尽量避免雨季施工,以免降雨造成临时坡面土层含水量增加。同时,严禁将弃土推入江中。近岸段的开挖要注意尽量不要用重型机械,以减少对岸坡土壤的扰动。

2) 对岸坡地质情况较差、局部渗水较严重的部位进行换填,换填方式为:先对渗水严重部位的淤泥进行挖除,挖除厚度控制在50 cm,采用铺石的方式进行回填。

3) 对无需换填地段采用尽早开挖纵横方向的排水明沟及修筑排水盲沟,排水盲沟的设置方式:在每隔10 m的坡面上由坡顶至铺石挡墙基槽的倒Y型排水盲沟,盲沟横断面为倒梯形,尺寸为100 cm×80 cm×80 cm(上底宽×下底宽×深),四周铺设无纺布,沟内充填拳石(图8)。



图8 坡面盲沟

4) 原设计中对淤泥质黏土提出抛石挤淤的方案,但施工中实施非常困难,其主要原因是土方开挖后,大部分坡面地段主要为淤泥质粉质黏土,淤泥质土层处渗水较少。开挖后放置几天,淤泥质粉质黏土中水分蒸发,淤泥逐渐干结,具备一定的硬度,使得原设计抛石挤淤无法进行。

5) 施工期需重视排水措施的落实,如加设临时排水明沟,提前开挖并完成盲沟的施工,以降低坡面黏性土的含水量,保证临时坡面成型及稳定。

5 渗流严重的护坡施工中的控制措施

对开挖后渗流现象严重的区域:在雷家洲边滩护岸工程上半段,部分地质情况是淤泥质黏土中夹粉细砂薄层,渗流情况较严重(图9)。所谓渗流^[3],主要是指土中的自由水在压力作用下,在土壤孔隙中的流动。而土体在外荷载或自重作用下,也会发生运动,对孔隙水也要产生作用力。因此,水的渗流是土与水相互作用的结果。渗流所引起的变形(稳定)问题一般可归结为两类:一类是土体的局部稳定问题。这是由于渗透水流将土体中的细颗粒冲出,带走或局部土体产生移动,导致土体变形而引起的渗透变形。另一类是整体稳定问题,这是在渗流作用下,整个土体发

生滑动或坍塌。



图9 雷家洲渗流严重边坡

按照渗透水流所引起的局部破坏的特征, 渗透变形可分为流土和管涌两种基本形式。流土是指在向上渗流作用下, 局部土体表面隆起, 或者颗粒群同时起动而流失的现象。它主要发生在地基或坝体下游渗流溢出处。基坑开挖时所出现的流砂现象是流土的一种常见形式。采用设置排水系统的方法, 形成稳定渗流, 可有效控制渗流问题对工程的破坏。

在雷家洲边滩护岸工程中, 对出现渗流严重现象的地段, 主要工程措施就是注重渗流水的排出通道畅通。特别在开挖了枯水平台及挡墙基槽后, 为有利于枯水期脚槽内的积水较好地排出, 在枯水平台下方每间隔100 m (位置与坡面的排水沟对应) 设置一排水沟, 排水沟深50 cm、宽50 cm, 将排布垫于其上, 铺石回填, 可直接将渗流水排向江中。枯水平台后的铺石挡墙内侧主要为沙-土的组成分, 为防止发生流土现象, 在挡墙后方增设10 cm厚的黄沙垫层和无纺布一层, 与坡面形成整体的反滤层, 无纺布与排布在脚槽内重合搭接。为确保边坡稳定, 结合岸线的地质情况, 适当增大水下镇脚的范围和强度, 镇脚宽度守护至坡度较缓的位置, 镇脚抛石厚度从0.8 m增厚至1 m, 确保护岸工程的稳定。

6 淤泥质边坡及渗流严重护坡施工的工作流程

1) 沉排护底。岸坡稳定的基础是坡脚的稳定, 沉排护底能防止清水下泄贴岸冲刷河床及坡脚, 需先期实施。对地质条件稍好的地段可采用机械开挖降低边滩以减少固定排头的难度。

2) 排上抛石与抛石镇脚、补坡石同步进行, 以稳固坡脚。

3) 边坡开挖注意事项: ①避免雨天开挖; ②加强监测及预警安全控制; ③预留人工削坡厚度, 减少对原状土的扰动; ④及时修筑排水措施。⑤对软弱含水量大的淤泥土质进行换填。

4) 护坡盲沟开挖及铺设无纺布、充填拳石。

5) 枯水平台及挡墙基槽开挖注意事项: ①分段开挖, 对淤泥质粉质黏土的基槽开挖后, 先裸露晾晒, 含水量高的部位抛石挤淤或换填块石; ②对渗流严重的部位, 一定修好排水通道, 排水沟底高程略低于坡脚挡墙脚槽底高程, 保证渗流水可直接排入江中。

6) 铺石, 砌筑枯水平台及挡墙。注意将排布及无纺布搭接铺设于挡墙基槽 (若设计钢丝网石笼枯水平台直接安装填充)。

7) 护坡黄砂及无纺布反滤层施工。

8) 坡面钢丝网石笼安装及充填卵石。

9) 覆土植草生态护坡。

7 结语

通过雷家洲边滩及腊林州不良地质护岸工程的实施, 总结针对淤泥质粉质黏土及渗流作用边坡护岸施工的处理经验: 一要认真编制、审核施工方案, 强调施工工序, 先下后上, 坡脚稳固后再进行岸坡施工, 严格控制各分项工程施工质量; 二要重视不良地质条件下实施护岸工程所遭受的崩窝、塌陷困难, 加强施工安全控制; 三要掌握自然规律, 按照科学方法, 合理工序, 疏导与加固相结合; 四要加强观测工作, 根据施工情况在坡顶坡脚处设置临时或永久沉降位移观测点, 密切掌握岸坡稳定情况, 防止发生工程事故。

参考文献:

- [1] 黄成涛, 曾庆云, 柴华峰, 等. 长江中游瓦口子至马家咀河段航道整治工程施工图设计方案[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2010.
- [2] 黄成涛, 曾庆云, 柴华峰, 等. 长江中游沙市河段航道治理腊林洲守护工程施工图设计[R]. 武汉: 长江航道规划设计研究院, 2010.
- [3] 张求书. 土质学与土力学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2008.

(本文编辑 郭雪珍)