

水保监测（桂）字第 0012 号

项目代码：2018-450000-55-01-003196

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程

水土保持监测总结报告

建设单位：广西壮族自治区港航发展中心

编制单位：广西交通设计集团有限公司

2023 年 10 月 南宁



国家企业信用信息公示系统网址:

<http://www.gsxt.gov.cn>

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制



联系人/电话: 孙文俊/0771-3910115

肖克飏/0771-3910165

单位地址: 广西南宁市青秀区民族大道 153 号交通设计大厦

电子信箱: 2185340341@qq.com

传真: 0771-3910172

企业变更通知书

广西壮族自治区市场监督管理局

2023年08月10日

企业资料

企业名称: 广西交通设计集团有限公司

统一社会信用代码: 91450000198226573F

法定代表人(负责人): 黄德耕

地 址: 南宁市青秀区民族大道153号

营业执照注册号: 450000000011200

注册资本: 20000万元(人民币)

该企业于: 2023年8月10日

在我局办理变更登记手续



变更登记事项如下:

内容	变更前内容	变更后内容
法定代表人(负责人、 独资投资人)	周铮	黄德耕
管理人员	周铮、黄德耕、商嘉妍、韦衡、陈祖发、吴文佐、廖继颖、欧阳湘潭、罗吉智、余丕远	黄德耕、韦衡、陈祖发、吴文佐、余丕远、韦作明、沈开放、郑传能、韦作明、王瑞雄、梁波
财务负责人		郑传能

中国水土保持学会文件

中水会字[2022]第 021 号

关于生产建设项目水土保持方案编制和 监测单位水平评价证书延期的公告

各有关单位:

为贯彻落实党中央关于“疫情要防住、经济要稳住、发展要安全”的要求，统筹好疫情防控和经济发展的部署，推进生产建设项目水土保持方案编制和监测工作持续有效开展，学会经研究决定:

一、对有效期于 2021 年 9 月 30 日已经到期和 2022 年 9 月 30 日即将到期的证书，持证单位可保留原有星级延期至 2023 年 9 月 30 日。

二、对 2022 年有新申请和星级晋升需求的单位，根据《关于开展 2022 年生产建设项目水土保持方案编制及监测单位水平评价工作的通知》办理，按星级评定的结果执行。

水平评价证书延期的生产建设项目水土保持方案编制和监测单位，要保证技术人员、技术水平、管理能力、仪器设备等满足水平评价的标准要求，依法依规、遵守国家技术标准从事生产建设项目水土保持方案编制和监测工作。

咨询电话: 010-62338045 62336653



水土保持监测责任页

(广西交通设计集团有限公司)

批准:	孙文俊		(院长, 高级工程师)
核定:	李毅		(院总工, 高级工程师)
审查:	肖克飏		(副院长, 高级工程师)
校核:	温存		(高级工程师)
编写:	麦建清		(教授级高级工程师)
	申云康		(工程师)
	胡封兵		(高级工程师)
	林芷行		(高级工程师)
	周土金		(工程师)
	邹小阳		(工程师)

目录

水土保持监测特性表	1
1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 项目概况	1
1.2 水土流失防治工作情况	19
1.3 监测工作实施情况	21
2 监测内容与方法	24
2.1 监测内容	24
2.2 监测方法	24
3 重点部位水土流失动态监测	27
3.1 防治责任范围监测结果	27
3.2 取土、弃渣监测结果	28
3.3 其他重点监测情况	28
4 水土流失防治措施监测结果	29
4.1 工程措施监测结果	29
4.2 植物措施监测结果	29
4.3 临时防治措施监测结果	29
4.4 水土保持措施防治效果	30
5 土壤流失情况监测	31
5.1 水土流失面积	31
5.2 土壤流失量	32
5.3 水土流失危害	36
6 水土流失防治效果监测结果	37
6.1 扰动土地整治率	37
6.2 水土流失总治理度	37
6.3 拦渣率	37
6.4 土壤流失控制比	37
6.5 林草植被恢复率、林草覆盖率	38
7 结论	39

7.1	水土流失动态变化	39
7.2	水土保持措施评价	39
7.3	存在问题及建议	40
7.4	综合评价	40

附件:

附件 1: 广西壮族自治区发展和改革委员会关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程可行性研究报告的批复 (桂发改交通〔2018〕673 号文);

附件 2: 关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程水土保持方案的函 (桂水水保函〔2011〕19 号文);

附件 3: 广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程初步设计的批复 (桂交行审〔2019〕80 号);

附件 4: 广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程航道整治工程 (№1~№3 标) 施工图设计的批复 (桂交行审〔2019〕107 号);

附件 5: 广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程航标工程和生态护坡工程施工图设计的批复 (桂交行审〔2020〕857 号);

附件 6: 项目现场照片。

附图:

附图 1: 项目地理位置图

附图 2: 水土保持监测点布设图

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标				
项目名称	西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程			
建设规模	内河Ⅲ级航道标准建设，航道整治建设里程 183.2km，通航 1000t 级内河船舶，航道尺度为 2.6×60×200m，通航保证率为 98%。	建设单位、联系人	广西壮族自治区港航发展中心西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程建设指挥部、刘燕飞/15977153970	
		建设地点	梧州市龙圩区、长洲区和万秀区	
		所属流域	珠江流域西江水系	
		工程总投资	112697.69 万元	
		工程总工期	30 月（2019 年 12 月～2023 年 5 月）	
水土保持监测指标				
监测单位	广西交通设计集团有限公司	联系人及电话	申云康、18078150923	
自然地理类型	低山丘陵地貌区	防治标准	建设类二级	
监测内容	监测指标	监测方法（设施）	监测指标	监测方法（设施）
	1.水土流失状况监测	观测桩法，巡查监测	2.防治责任范围监测	巡查监测，影像对比
	3.水土保持措施情况监测	巡查监测	4.防治措施效果监测	巡查监测
	5.水土流失危害监测	巡查监测	土壤容许流失量	500t/km ² •a
防治责任范围	254.11hm ²	水土流失背景值	595t/km ² •a	
水土保持投资	439.10 万元	水土流失目标值	500t/km ² •a	
防治措施	防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
	生态护坡工程区	表土剥离及后期覆土 5111m ³ ，盖板排水沟 793m，生态护坡平铺生态框 7068m ² 。	三维网植草 9970m ² 。	密目网临时遮盖 10967m ² 。

监测结论	分类指标	目标值%	达到值%	实际监测数量（水域综合利用区不计）			
	扰动土地整治率	95	98.75	防治责任范围面积	4.00hm ²	水土流失治理面积	3.95hm ²
	水土流失总治理度	87	97.94	扰动土地总面积	4.00hm ²	水保措施面积	2.38hm ²
	土壤流失控制比	1.0	1.05	工程措施面积	0.68hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.27hm ²
	林草覆盖率	95	-	植物措施面积	1.70hm ²	水土流失总面积	2.43hm ²
	林草植被恢复率	97	99.42	可恢复林草植被面积	1.70hm ²	容许土壤流失量	500t/km ² ·a
	拦渣率	22	42.50	实际拦挡土（石、渣）量	-	平均土壤流失情况	477t/km ² ·a
	水土保持治理达标评价	所有指标均达到或超过目标值，水土保持措施实施到位，满足需求					
	总体结论	西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程在施工期间因工程建设扰动和破坏原地表和植被，加剧了水土流失。通过工程措施、植物措施和临时措施等水土保持措施的实施，使水土流失得到有效控制，各项防治指标均达到了方案既定目标。					
	主要建议	建议项目建设单位认真作好经常性的水土保持措施管护工作，明确组织机构、人员和责任，防止新的水土流失发生，并加强对绿化工作的管理和技术指导。					

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 分期验收说明

为加快西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程竣工交付运行，尽早发挥项目建设的社会效益，根据项目建设实际情况和进度安排，对西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程分一期工程和二期工程分期进行水土保持设施验收。其中一期工程起于贵港航运枢纽下游引航道终点，止于长洲水利枢纽上游引航道起点，航道整治范围长 266.5 公里；二期工程起于长洲水利枢纽，终于梧州界首天然航道与广东省交界处，航道整治全长 24km。

一期工程已于 2022 年 11 月 24 日召开水土保持设施验收会议，提交水利厅备案后，于 2023 年 2 月 1 日收到《自治区水利厅关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程一期工程水土保持设施自主验收报备的通知》（桂水政服〔2023〕4 号）。

二期工程航道整治工程于 2019 年 12 月 25 日正式开工，已于 2022 年 12 月 10 日全部完工；航标工程及生态护坡工程于 2021 年 1 月 20 日开工，于 2023 年 5 月 10 日完工。共计 30 个月。

本次验收范围西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程。

1.1.2 地理位置

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程，起于长洲水利枢纽下引航道，止于梧州界首天然航道与广东省交界处，航道整治全长 24km。沿途穿过 1 市 3 区县，分别梧州市龙圩区、长洲区和万秀区。

地理位置详见附图 1。

1.1.3 建设性质

本项目为扩建航道整治项目。

1.1.4 工程规模及特性

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程，起于长洲水利枢纽下引航道，止于梧州界首天然航道与广东省交界处，航道整治全长 24km。建设规模为按内河 I 级、通航 3000 吨级船舶标准设计，设计航道尺度 4.1 米 × 90 米 × 670 米（水深 × 航宽 × 最小弯曲半径）。通航保证率 98%。工程主要内容包括疏浚工程、炸礁工程、生态航道工程、航标及配套工程等。

二期工程共划分为 4 个标段：

No1 标段：龙圩水道和界首滩河段，建设内容包括：疏浚、炸礁及拆坝工程。

No2 标段：洗马滩河段，建设内容包括：疏浚及炸礁工程。

No3 标段：鸡笼洲河段，建设内容包括：疏浚及炸礁工程。

No4 标段：航道全程的航标及生态航道工程航标工程。全河段按一类标配布，共配布侧面标 39 座，侧面标浮体为 6.7m 灯艇。侧面标结合航线布置进行移位调整。生态航道工程（生态护岸修复），二期工程共建龙圩航道站、梧州航道管理局疏浚处码头生态护坡 2 处，龙圩航道站生态护岸长度约 455m，宽度 33m；梧州航道管理局疏浚处码头附近生态护岸长度约 300m，宽度 60m。

1.1.5 项目组成

长洲枢纽~界首段为坝下近坝区河段，应顺应河势，使四线船闸下引航道与天然河流航道平顺连接，考虑各级流量下的通航条件，充分考虑长洲枢纽电站调节下泄流量对下游河床的影响，以枯水航道整治为主，疏浚、炸礁工程措施相结合。

主要内容包括：疏浚工程、炸礁工程、生态航道工程、航标及配套工程等。

滩险整治包括龙圩水道、洗马滩、鸡笼洲、界首滩等 4 处滩险。二期工程推荐方案具体为：

（1）疏浚工程

疏浚工程对龙圩水道、洗马滩、鸡笼洲、界首滩等 4 处滩险覆盖层浚深浚深，疏浚工程以中砂、砾砂、圆砾土及卵石土为主，疏浚工程量共计 258.21 万 m³。

（2）炸礁工程

炸礁工程为龙圩水道、洗马滩、鸡笼洲、界首滩等 4 处滩险，礁石主要以砂岩及花岗岩为主，炸礁工程量共计 203.33 万 m³。

（3）拆坝工程

对西江三桥上下游 11#、12#、13#丁坝以及界首滩两处丁坝部分拆除，以改善丁坝所在航段水流条件，拆坝工程量共计 3.67 万方。

1.1.5.1 河道特性

长洲枢纽~界首段为丘陵地区河段，河床较平坦，河岸为土质或石灰岩、砂岩组成，河床多为基岩或沙卵石组成，部分河床沙层覆盖。河道宽阔，一般可达 500m~800m，最宽处达 2000m，河中有江心洲，形成分叉。有龙圩水道、洗马滩、鸡笼洲、界首滩等四个滩险。

1.1.5.2 总体方案设计

贵港~桂平及桂平~长洲段为库区航道，水深条件优良，具备按 3000 吨级双线航道建设的条件；长洲至界首为坝下近坝段天然航道，航道建设技术难度较大。结合内河通航标准，综合考虑设计计算船型以及本航道的具体情况，进行航道尺度组合，提出方案：仅考虑通航内河船舶，不考虑通航 1000t 级海轮，全程航宽为 90m（局部河段根据需要加宽除外），航道尺度为 4.1×90×670m。

1.1.5.3 整治建筑物工程

2006~2009 年实施的贵港至梧州 II 航道中，根据整治设计需要在龙圩水道外江左岸瓦窑沙段~西江大桥段抛筑了 5 条丁坝，长洲州尾抛筑了 1 条顺坝；鸡笼洲滩尾与界首滩连接段抛筑 5 条丁坝，其中左岸 3 条，右岸 2 条。

根据现状航道的实际情况，本阶段不考虑布置新的整治建筑物。

1.1.5.4 平面布置方案

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程，工程区域范围为长洲枢纽下引航道终点（里程桩号为 K0+000）~界首滩，整治范围长 24km。根据工程地质钻探资料反映，工程区域地质覆盖层以河流冲积物为主，局部为基岩裸露，部分河段河床有暗礁发育。本疏浚工程主要对礁石覆盖层进行疏浚，炸礁工程主要对礁石层进行清挖，对航道范围内不满足 4.5m 水深的浅段进行疏浚炸礁：

（1）从上游至下游共分为 24 处疏浚区，对应编号为 ZJ01~ZJ16、SJ01~SJ02、ZJ22~ZJ26、ZJ27，疏浚里程见下表。航道转弯段及桥区处的区域疏浚挖槽宽度随航道的加宽而有拓宽，疏浚区域总长约 15.31km。

（2）从上游至下游共分为 27 处炸礁区，对应编号为 ZJ01~ZJ27，炸礁里程见下表。航道转弯段及桥区处的区域挖槽宽度随航道的加宽而有拓宽，炸礁区域总长约 16.90km。

各疏浚炸礁区起止里程桩号见表 1-1。

表 1-1 疏浚炸礁区起止里程桩号一览表

区域名称	起始里程	终点里程
ZJ01	K0+000	K0+650
ZJ02	K0+650	K0+950
ZJ03	K0+950	K1+168
ZJ04	K1+168	K1+450
ZJ05	K1+450	K1+957

区域名称	起始里程	终点里程
SJ01 (西江三桥)	K1+957	K2+377
ZJ06	K2+377	K2+950
ZJ07	K2+950	K3+450
ZJ08	K3+450	K4+050
ZJ09	K4+050	K4+550
ZJ10 (西江大桥)	K4+550	K5+007
ZJ11	K5+007	K5+850
ZJ12	K5+850	K6+450
ZJ13	K6+450	K7+745
SJ02 (西江四桥)	K7+745	K8+146
ZJ14	K8+146	K8+650
ZJ15	K8+650	K9+450
ZJ16	K9+450	K10+557
ZJ27 (桂江河口)	HK0+000	HK0+137
ZJ17 (地下过河缆线)	K10+557	K10+960
ZJ18	K10+960	K11+200
ZJ19 (云龙大桥)	K12+400	K12+520
ZJ20	K13+150	K14+150
ZJ21	K14+150	K14+550
ZJ22	K14+900	K15+750
ZJ23	K15+750	K17+050
ZJ24 (扶典西江大桥)	K17+050	K17+560
ZJ25	K17+560	K18+550
ZJ26	K18+570	K19+160

1.1.5.4.1 龙圩水道

龙圩水道疏浚炸礁区位于长洲枢纽坝下至长洲尾段，范围为从长洲枢纽坝下航道整治起点 K0+000 至 K7+745，炸礁区包括 ZJ01~ZJ13 共十三处区域，另外还包括疏浚区 SJ01 区域。

龙圩水道河道宽度在 520m~900m 左右，河道较宽，已修建有 11 座丁坝。整治建筑物主要位于河道左侧，西江航道靠河道右侧沿河道深泓布置，通过整治建筑物区域后靠近左岸经长洲尾。由于航道穿过西江四桥区域，且航道下穿西江四桥前，须经过西江与内江交汇口，此段航道水情较为复杂。为避免内江水流与航槽夹角较大而造成下行船舶的横流过大，船舶操纵不便，航槽在经过上游丁坝群后，贴河道左侧布置，在交汇口处尽量沿水流方向布置，并使得航道顺直通过西江四桥桥区，保证下行船舶

顺利通过大桥通航孔。航道经过桥区后，与桂江河口航槽平顺衔接。虽然龙圩水道河道宽度在 520m~750m 左右，河道较宽，但是原航道整治工程在此段已修建了 11 座丁坝，实际可通航宽度较窄，此次航道升级后，航道进一步拓宽，新航道边线距离整治建筑物和河岸相对较近。

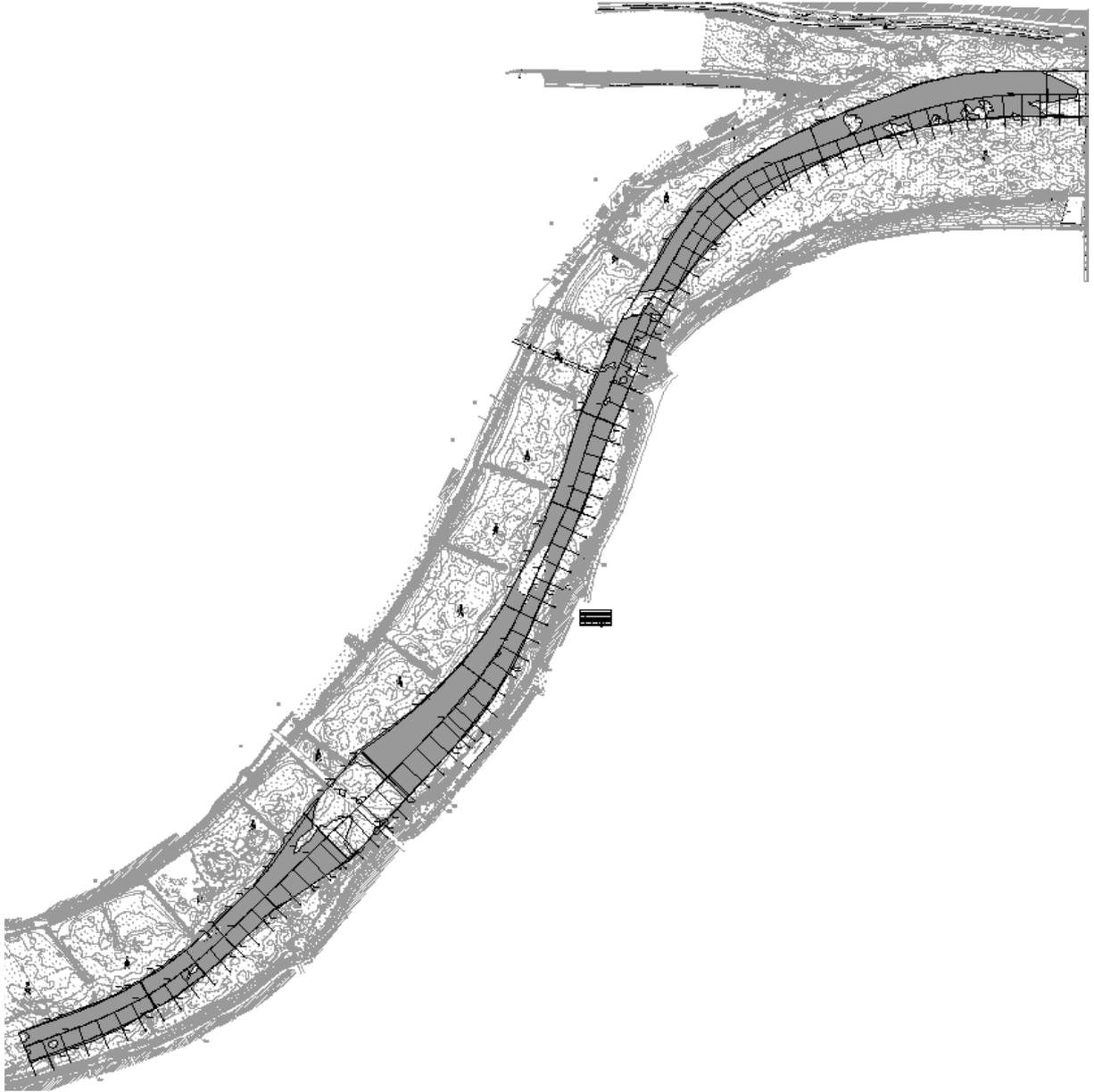


图 1-1 龙圩水道 ZJ01-ZJ13、SJ01 平面布置图

龙圩水道疏浚区域主要为礁石区的覆盖层疏浚，开挖范围内均有礁石连续分布，航槽内岩石层从长洲枢纽坝下往下游逐渐由深变浅，疏浚土质主要为圆砾土、卵石土，少量为中砂、砾砂。

炸礁区 ZJ01~ZJ13 开挖范围礁石工程量相对较少，碍航礁石主要为强风化砂岩、中风化砂岩、中风化花岗岩，全风化砂岩、全风化花岗岩。

1.1.5.4.2 洗马滩

洗马滩航段位于西江四桥至云龙大桥河段，疏浚炸礁范围为 K7+745 至 K10+557、HK0+000 至 HK0+137，疏浚区包括 SJ02、Z14-ZJ16 以及桂江河口 ZJ27 五个区域，炸礁范围为 K8+146 至 K12+200，炸礁区包括 Z14-ZJ18 以及桂江河口 ZJ27 六个区域。

洗马滩河道宽度在 780m~900m 左右，河道宽阔，顺直微弯。桂江与西江交汇河口处形成一喇叭口，考虑到桂江通航船闸日益增加，汇流河口处存在碍航礁石，影响船舶航行安全，因此，本次疏浚工程对该区域按照西江航道设计水深进行疏浚。

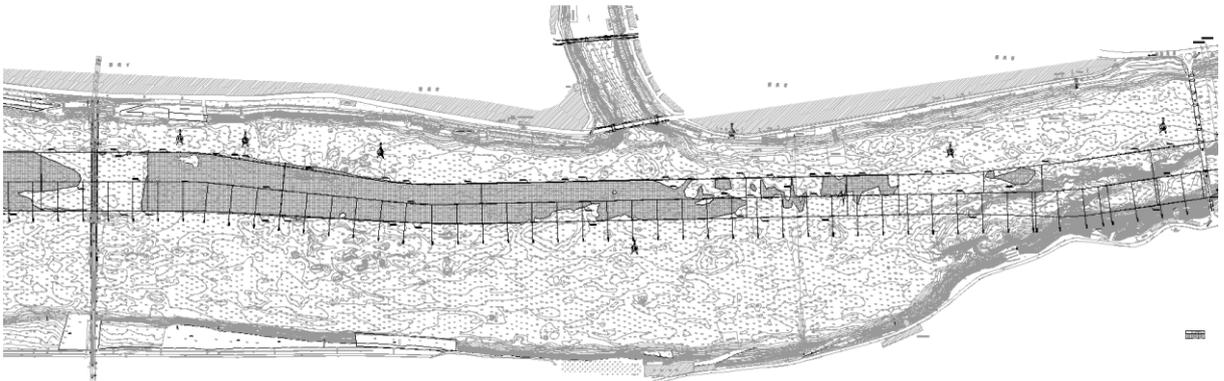


图 1-2 洗马滩疏浚平面布置图

该段炸礁区位于西江四桥至云龙大桥、桂江河口及其上下区域，施工时须注意礁石爆破对桥梁及其他两岸建筑物的影响。并且洗马滩炸礁区分布于桂江河口的东西侧，此处往来船舶密度较大，而 ZJ16 南面、ZJ17 北面均布置有长洲枢纽船闸锚地，锚地与炸礁区相邻布置。因此，施工时要做好施工安排，减少礁石爆破对锚地待泊船舶、航道往来船舶的影响。

洗马滩疏浚区均为礁石区的覆盖层疏浚，且覆盖层较厚，少量为中砂、砾砂。炸礁区碍航礁石主要为全风化砂岩、全风化花岗岩，少量为强风化砂岩、中风化砂岩、中风化花岗岩。

1.1.5.4.3 鸡笼洲

鸡笼洲疏浚区位于云龙大桥至扶典西江大桥段，疏浚范围为 K14+900 至 K17+050，包括 ZJ22-ZJ23 两个覆盖层疏浚区；炸礁范围为 K12+400 至 K17+050，为 ZJ21 至 ZJ25 五个炸礁区。

此处航道较宽，最大河宽达 1.0km 左右。但是由于扶典西江大桥通航孔位于桥梁左侧、靠近左岸位置，为保证桥区直线度的长度，航道通过云龙大桥后近左岸布置。为保证航道边线与李家庄码头停泊水域和回旋水域的安全距离，航道较原 II 级航道向

右偏移 63m。

鸡笼洲炸礁区南面有中储粮码头，北面有李家庄码头，航道两侧沿程分布各码头的回旋水域、停泊水域、进港航道。该炸礁区的通航条件较为复杂，须做好施工船舶与营运船舶的关系，做好施工期安全保障措施。

疏浚土为此区域礁石的覆盖层，覆盖层较薄，少量的中砂和砾砂。炸礁区碍航礁石主要为强风化砂岩、中风化砂岩、中风化花岗岩，少量为全风化砂岩、全风化花岗岩。

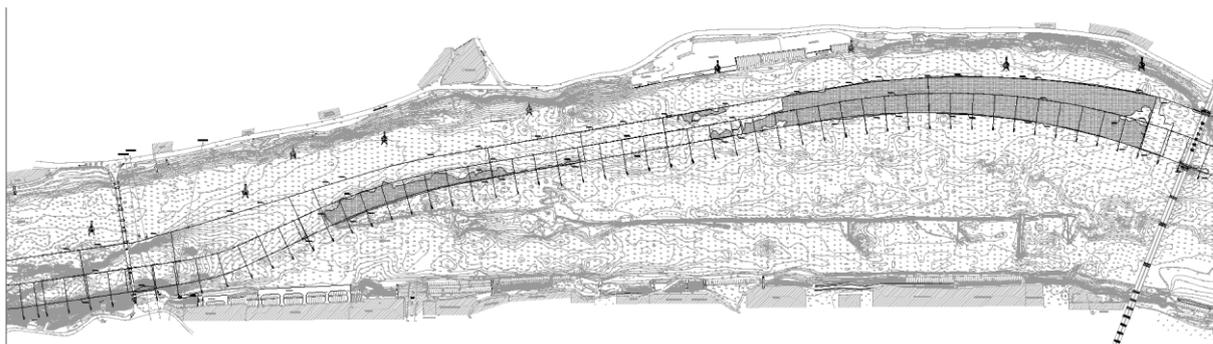


图 1-3 鸡笼洲疏浚平面布置图

1.1.5.4.4 界首滩

此段航道按照 120m 布置，自扶典西江大桥至界首滩、两广航道整治分界线，航道轴线与上游航道、西江广东段航道平顺衔接。航道炸礁区分布于扶典西江大桥桥区及上下游，施工时需要注意礁石爆破对在建的扶典西江大桥的影响。

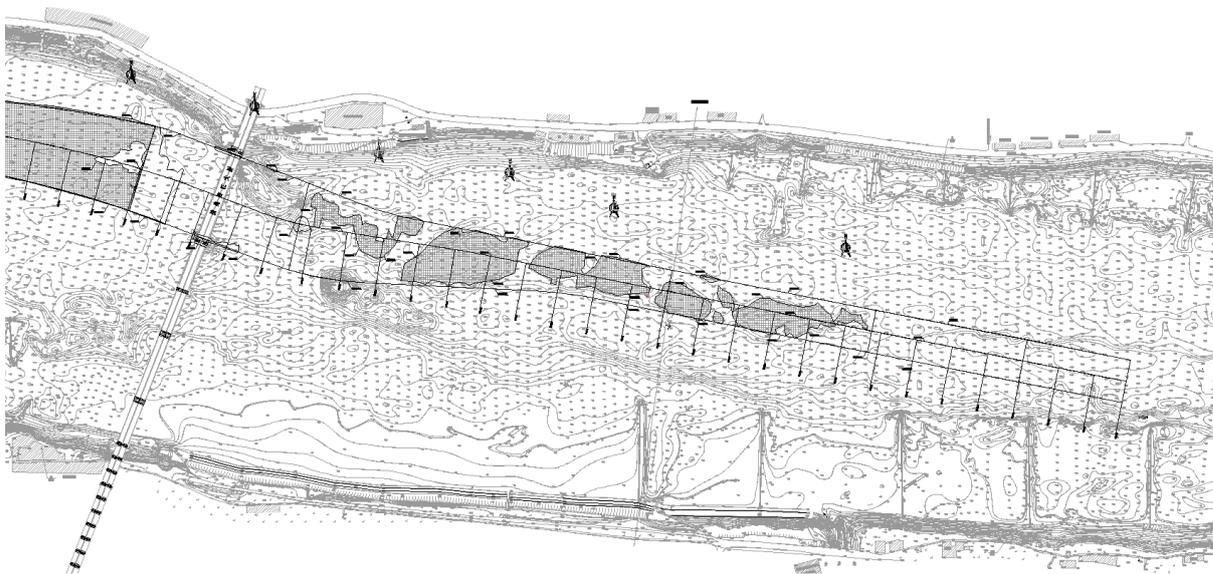


图 1-4 界首滩疏浚平面布置图

界首滩疏浚炸礁区为 ZJ24 至 ZJ26，疏浚炸礁范围为 K17+050 至 K19+160，疏浚工程是对碍航礁石覆盖层疏浚，覆盖层较薄，疏浚土质主要为圆砾土、卵石土，少量的中砂和砾砂。炸礁区碍航礁石主要为强风化砂岩、中风化砂岩、中风化花岗岩，少

量为全风化砂岩、全风化花岗岩。

1.1.5.4.5 锚地调整

根据《中华人民共和国广西海事关于长洲水利枢纽三线四线船闸工程锚地设计及选址规划报告审批的意见》、《梧州港总体规划》及现状调查，工程河段布置有锚地如下：

(1) 长洲枢纽下游 1#枯水期、洪水期锚地，位于长洲岛尾下游约 2.5km 右岸附近、桂江河口对口水域，锚地尺度 (1050m × 350m)，面积 36.75m²。

(2) 长洲枢纽下游 2#枯水期、洪水期锚地，位于桂江河口至云龙大桥上游约 900m 左岸水域，锚地面积 10.92 万 m²。

(3) 长洲枢纽下游 3#锚地，位于梧州市环城高速公路扶典口西江特大桥下游约 400m 的下游靠右岸水域，锚地面积 47.68 万 m²。

(4) 长洲枢纽下游危险品锚地，位于企人沙下游附近、下游洪水期 3#锚地下游约 285m 水域，锚地尺度 (200 × 150) m、面积 3.00 万 m²。

(5) 此外还有李家庄码头待泊锚地及中储粮码头待泊锚地等。

经分析，长洲枢纽下游 1#枯水期、洪水期锚地、长洲枢纽下游 3#锚地以及长洲枢纽下游危险品锚地与航道边线安全距离不满足规范要求的 2~3 倍船宽安全距离，结合最新 3000 吨级航道平面布置，对以上锚地进行调整，保证锚地与航道边线间距为 3 倍船宽。

1.1.5.5 疏浚、炸礁工程

1.1.5.5.1 疏浚、炸礁可挖性评价及设备的选择

航道勘察滩点河段覆盖层以圆砾土及中粗砂为主，局部为卵石土。卵石土、圆砾土属于碎石土类，密实状态，疏浚岩土施工分级为 13 级；中粗砂属于砂类土，密实状态，疏浚岩土施工分级为 10 级。基岩为燕山期侵入花岗岩及寒武系砂岩。寒武系 ⑪-1 层全风化砂岩，岩芯呈土状，局部夹强风化碎块，水下疏浚岩土施工分级为 14 级；⑪-2 层强风化砂岩，岩芯呈碎块状，手掰不易碎，水下疏浚岩土施工分级为 15 级或炸礁；⑪-3 层中风化砂岩，裂隙发育，岩芯呈块状，局部呈短柱状，水下疏浚岩土施工分级为 15 级或炸礁，局部地段岩体完整强度较高需改进疏浚工艺或选择炸礁；燕山期侵入⑫-1 层全风化花岗岩，岩芯呈土状，局部夹强风化碎块，水下疏浚岩土施工分级为 14 级；⑫-2 层强风化花岗岩，岩芯碎块，水下疏浚岩土施工分级为 15 级或炸礁；⑫-3 层中风化花岗岩，岩芯呈柱状，饱和单轴抗压强度基本大于 30Mpa，需炸礁。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》表 5.3.10-1 疏浚岩土工程特性分级，水下疏浚岩土施工 10 级土对应砂土类 8 级；水下疏浚岩土施工 13 级土对应碎石类 10 级；水下疏浚岩土施工 14、15 级对应 11、13 级。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》表 6.2.3 疏浚岩土的开挖性，以及结合西江历年整治经验，中粗砂、砾砂采用 2 方抓斗船开挖，卵石土、圆砾土采用 4 方铲斗挖泥船开挖，全风化砂岩、全风化花岗岩和强风化砂岩、中风化砂岩、中风化花岗岩均采用爆破施工工艺，爆破后的碎石采用 4 方铲斗挖泥船清渣。

1.1.5.5.2 挖槽设计断面

根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012) 确定本项目疏浚工程和炸礁工程挖槽断面图。

(1) 疏浚挖槽断面图

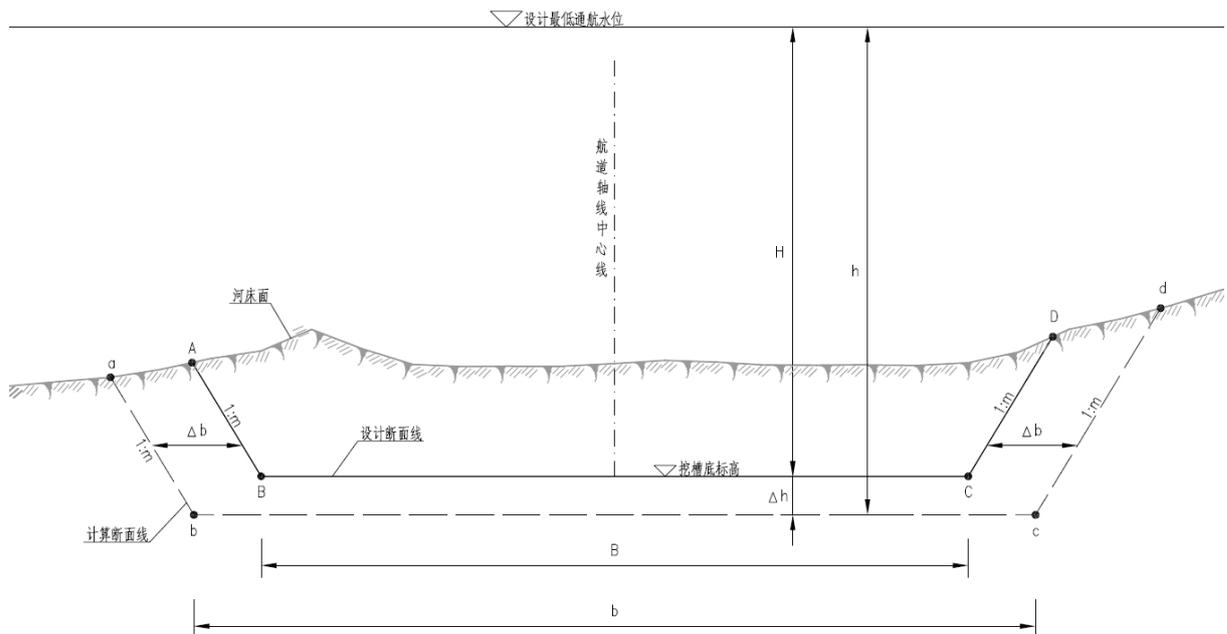


图 1-5 疏浚横断面设计图

图中：

ABCD - 疏浚挖槽设计断面；

abcd - 疏浚挖槽工程量计算断面； h - 疏浚计算深度 (m)；

H - 疏浚设计深度 (m)， $H = \text{船舶吃水 } 3.6\text{m} + \text{富裕水深 } 0.5\text{m} + \text{航道维护富裕水深 } 0.4\text{m} = 4.5\text{m}$ ；

b - 疏浚挖槽计算底宽 (m)；

B - 疏浚挖槽设计底宽 (m)， B 取航道宽度，按照各航段实际宽度选取；

$1:m$ - 疏浚挖槽设计坡比， $m=3$ ；

Δh , Δb - 分别为疏浚工程量计算超深、超宽, 疏浚设计采用 2m^3 抓斗船及 4m^3 铲斗船施工, 根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012), 取 $\Delta h = 0.4\text{m}$, $\Delta b = 3.0\text{m}$ 。

(2) 炸礁挖槽断面图

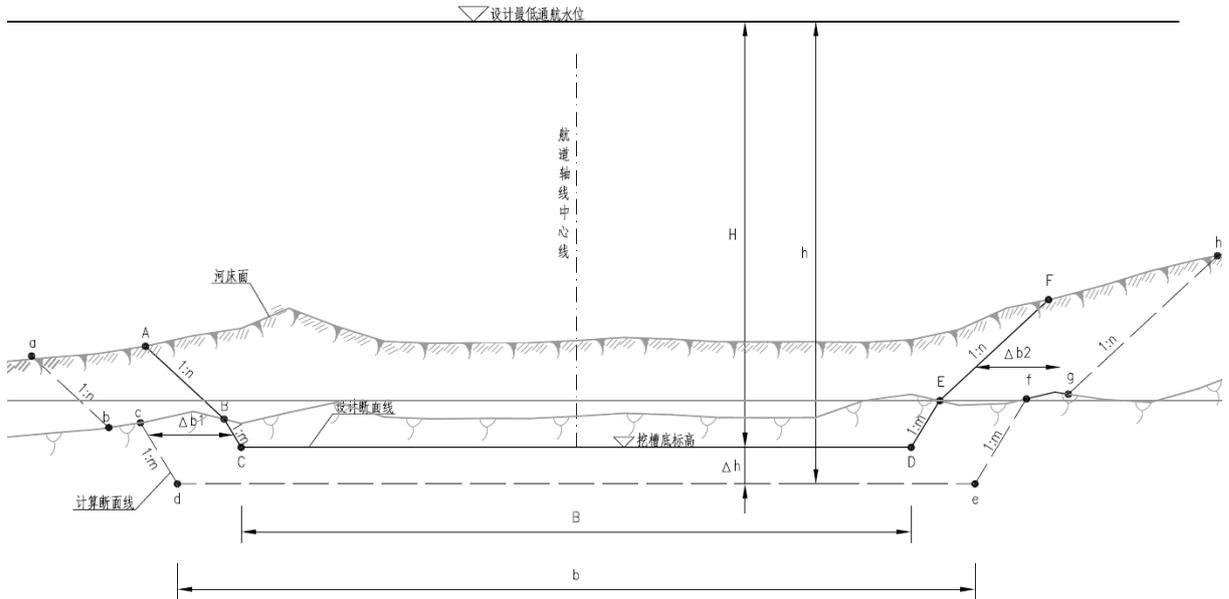


图 1-6 炸礁横断面设计图

图中:

ABCDEF - 炸礁挖槽设计断面;

abcdef - 炸礁挖槽工程量计算断面;

h - 炸礁计算深度 (m);

H - 炸礁设计深度 (m), $H = \text{船舶吃水 } 3.6\text{m} + \text{富裕水深 } 0.5\text{m} + \text{航道维护富裕水深 } 0.4\text{m} = 4.5\text{m}$;

b - 炸礁挖槽计算底宽 (m);

B - 炸礁挖槽设计底宽 (m), B 取航道宽度, 按照各航段实际宽度选取;

$1:m$ - 炸礁挖槽设计坡比, 覆盖层 $m=3$, 礁石层 $m=1$;

Δh , Δb - 分别为工程量计算超深、超宽; 覆盖层疏浚采用 2m^3 抓斗船及 4m^3 铲斗船施工, 根据《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012), 取 $\Delta h = 0.4\text{m}$, $\Delta b = 3.0\text{m}$; 桥区岩石层炸礁采用液压爆破, 由于船舶往来繁忙、密度大, 有大量船舶待泊, 洗马滩和鸡笼洲炸礁采用控制爆破, 其余炸礁区采用普通爆破; 根据《水运工程爆破技术规范》(JTJ286-2008), 取 $\Delta h = 0.4\text{m}$, $\Delta b = 1.0\text{m}$; 覆盖层 $\Delta b = 3.0\text{m}$ 。

航道疏浚、炸礁工程量计算结果见下表。

表 1-2 航道疏浚工程量表

浅滩	区域名称	起始里程	起始低水位 (m)	终点里程	终点低水位 (m)	面积 (万 m ²)	断面工程量 (m ³)	超挖工程量 (m ³)	计算断面 工程量 (m ³)
龙圩水道	ZJ01	K0+000	2.01	K0+650	1.96	10.77	163603	48508	212111
	ZJ02	K0+650	1.96	K0+950	1.90	5.02	85694	20095	105789
	ZJ03	K0+950	1.90	K1+168	1.85	3.28	34072	8598	42670
	ZJ04	K1+168	1.85	K1+450	1.79	4.59	51978	12021	63999
	ZJ05	K1+450	1.79	K1+957	1.77	12.04	175943	29487	205430
	SJ01 (西江三桥)	K1+957	1.77	K2+377	1.76	2.75	26839	17478	44317
	ZJ06	K2+377	1.76	K2+950	1.72	17.51	202621	29421	232042
	ZJ07	K2+950	1.72	K3+450	1.66	11.11	136726	43756	180482
	ZJ08	K3+450	1.66	K4+050	1.61	7.52	60862	32316	93179
	ZJ09	K4+050	1.61	K4+550	1.55	8.54	46542	10622	57164
	ZJ10 (西江大桥)	K4+550	1.55	K5+007	1.50	6.94	50768	19074	69842
	ZJ11	K5+007	1.50	K5+850	1.45	12.11	117096	36909	154005
	ZJ12	K5+850	1.45	K6+450	1.40	12.10	78232	20166	98398
ZJ13	K6+450	1.40	K7+745	1.35	25.07	192348	29942	222290	
洗马滩	SJ02 (西江四桥)	K7+745	1.35	K8+146	1.34	1.35	13423	6904	20326
	ZJ14	K8+146	1.34	K8+650	1.28	11.25	71085	8303	79387
	ZJ15	K8+650	1.28	K9+450	1.23	14.33	150965	26591	177557
	ZJ16	K9+450	1.23	K10+557	1.19	14.10	97607	28116	125723
	ZJ27 (桂江河口)	HK0+000	1.19	HK0+137	1.19	2.32	18174	2152	20326
鸡笼洲	ZJ22	K14+850	1.15	K15+750	1.11	5.72	50169	7746	57915
	ZJ23	K15+750	1.11	K17+050	1.06	24.00	211841	23937	235778
界首滩	ZJ24 (扶典西江大桥)	K17+050	1.06	K17+560	1.06	1.95	4800	1585	6385
	ZJ25	K17+560	1.06	K18+550	1.06	7.14	55742	7958	63700
	ZJ26	K18+550	1.06	K19+550	1.05	3.24	12653	589	13242
合计							2109783	472274	2582057

表 1-3 航道炸礁工程量表

浅滩	区域名称	起始里程	起始低 (m)	终点里程	终点低 (m)	挖槽底标高 (m)	面积 (万 m ²)	断面工程量 (m ³)	超挖工程量 (m ³)	计算断面 工程量 (m ³)
龙圩水道	ZJ01	K0+000	2.01	K0+650	1.96	-2.54	10.77	1415	1051	2466
	ZJ02	K0+650	1.96	K0+950	1.90	-2.60	5.02	6243	2620	8863
	ZJ03	K0+950	1.90	K1+168	1.85	-2.65	3.28	22150	6100	28250
	ZJ04	K1+168	1.85	K1+450	1.79	-2.71	4.59	21014	8695	29709
	ZJ05	K1+450	1.79	K1+957	1.77	-2.73	12.04	49214	24717	73930
	SJ01 (西江三桥)	K1+957	1.76	K2+950	1.72	-2.78	17.51	171821	46131	217952
	ZJ06	K2+377	1.72	K3+450	1.66	-2.84	11.11	11425	6335	17760
	ZJ07	K2+950	1.66	K4+050	1.61	-2.89	7.52	2209	2029	4237
	ZJ08	K3+450	1.61	K4+550	1.55	-2.95	8.54	115268	26054	141323
	ZJ09	K4+050	1.55	K5+007	1.50	-3.00	6.94	25635	11442	37078
	ZJ10 (西江大桥)	K4+550	1.50	K5+850	1.45	-3.05	12.11	51401	17803	69205
	ZJ11	K5+007	1.45	K6+450	1.40	-3.10	12.10	82196	33222	115418
	ZJ12	K5+850		K7+745	1.35	-3.15	25.07	92654	74710	167364
ZJ13	K6+450	1.34	K8+650	1.28	-3.22	11.25	62669	39319	101988	
洗马滩	SJ02 (西江四桥)	K7+745	1.28	K9+450	1.23	-3.27	14.33	43712	36560	80272
	ZJ14	K8+146	1.23	K10+557	1.19	-3.31	14.10	15056	31525	46581
	ZJ15	K8+650	1.19	HK0+137	1.19	-3.31	2.32	10884	7543	18427
	ZJ16	K9+450	1.19	K10+960	1.18	-3.32	1.52	4643	4853	9496
	ZJ27 (桂江河口)	HK0+000	1.18	K12+200	1.18	-3.32	1.67	9833	6385	16218
鸡笼洲	ZJ22	K14+850	1.18	K12+600	1.18	-3.32	0.07	990	490	1480
	ZJ23	K15+750	1.18	K14+150	1.16	-3.34	4.84	87418	21869	109287
界首滩	ZJ24 (扶典西江大桥)	K17+050	1.16	K14+850	1.15	-3.35	0.23	1135	1200	2335
	ZJ25	K17+560	1.15	K15+750	1.11	-3.39	5.72	31684	18306	49990
	ZJ26	K18+550	1.11	K17+050	1.06	-3.44	24.00	161197	78874	240070
合计								1163050	551380	1714430

1.1.5.6 水域综合利用

本项目土方平衡方案涉及的工程内容主要包括疏浚工程、炸礁工程，抛卸区的确定涉及运距和工程投资，需要整体考虑。

1.1.5.7 配套工程

1.1.5.7.1 航标工程

航道全程的航标及生态航道工程航标工程。全河段按一类标配布，共配布侧面标 39 座，侧面标浮体为 6.7m 灯艇。侧面标结合航线布置进行移位调整。

1.1.5.7.2 生态护坡工程

生态航道工程（生态护岸修复），二期工程共建龙圩航道站、梧州航道管理局疏浚处码头生态护坡 2 处，龙圩航道站生态护岸长度约 455m，宽度 33m；梧州航道管理局疏浚处码头附近生态护岸长度约 300m，宽度 60m。

1.1.5.7.3 已建过、跨河建筑物的处理

本项目按照桂发改法规〔2005〕190 号文，桥梁改建、新建原则及建设标准以恢复原功能、原规模、原标准为原则，不能恢复原功能或无需恢复的给与合理补偿，投资以不突破迁建成本为限并适当考虑旧物利用。

贵港至梧州航段上的桥梁，有的建设时间较早，当时航道等级较低，在西江航运建设工程实施之前，该航段航道等级仅为 VI~V 级，通航 250t 以下的船舶，对通航净空要求不高，且建桥时欠考虑航道长远发展要求，所以部分已建桥梁通航净空尺度较小。根据《内河通航标准》（GB50139-2014），天然和渠化河流水上过河建筑物通航净空尺度，I（3）级航道标准为：净高 18m、净宽单向通航 110m；最高通航水位洪水重现期 20 年一遇。考虑广西内河航道弯曲、洪水期水流急、流态紊乱等条件限制，结合广西及珠江船型的实际情况及营运组织方式，3000t 船型采用升降式桅杆，通过桥区航道时可将桅杆降低，使船舶空载水线以上高度降至 13m 以下。因此，本着统筹兼顾、技术可行、经济合理的原则，本工程航道跨河桥梁通航净高定为 13m，通航净宽仍按规范取值。

本工程河段跨河桥梁均能满足 3000 吨级货船单孔单向通航，洪水期通航保证率对年平均达到 95.41%以上，因此本阶段不考虑桥梁的改建。

1.1.5.7.4 其他配套工程

（1）锚地与锚泊服务区

根据本项目的实际情况，航道设计为双线航道，已满足船舶会船及避让的需要，

因此不设置锚地及锚泊服务区。

(2) 电缆

所有跨河线缆中，净高最小的是贵港水文站架空测流线，净高为 8.56m，较贵港铁路桥高 2.23m，从前面桥梁通航保证率分析可知，测流线的通航保证率大于 95.41%。因此，不达标的跨河线缆洪水期对通航的影响不大，本阶段不考虑改建。

1.1.6 项目投资

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程概算总投资 112697.69 万元，其中土建投资 100599.07 万元。

1.1.7 建设工期

二期工程共划分为 4 个标段：

№1 标段：龙圩水道和界首滩河段，建设内容包括：疏浚、炸礁及拆坝工程。

№2 标段：洗马滩河段，建设内容包括：疏浚及炸礁工程。

№3 标段：鸡笼洲河段，建设内容包括：疏浚及炸礁工程。

№4 标段：航道全程的航标及生态航道工程航标工程。

二期工程航道整治工程于 2019 年 12 月 25 日正式开工，已于 2022 年 12 月 10 日全部完工；航标工程及生态护坡工程于 2021 年 1 月 20 日开工，于 2023 年 5 月 10 日完工。

1.1.8 项目占地

项目占地范围包括炸礁工程、疏浚工程、综合利用区等水域扰动区域，以及航标工程、护岸工程等陆域工程区域。

本项目二期工程实际占地面积为 254.11hm²，其中陆域面积共占地 4.00hm²，包括航标工程 0.03hm²，生活护坡工程 3.97hm²；水域面积 250.11hm²，其中疏浚工程 88.70hm²，炸礁工程 80.62hm²，综合利用区面积为 80.79hm²。全为永久占地。

1、水域扰动面积

本项目水域扰动面积包括疏浚、炸礁工程及综合利用区面积扰动面积，水域扰动施工性质较为特殊，其面积需单独计列。水域扰动面积总计 250.11hm²，其中疏浚工程 88.70hm²，炸礁工程 80.62hm²，综合利用区面积为 80.79hm²。

2、陆域扰动面积

本航道整治工程陆域面积共占地 4.00hm²，包括航标工程 0.03hm²，生活护坡工程

3.97hm²。均为永久占地。

按行政区划分：长洲区 24.79hm²，龙圩区 36.07hm²，万秀区 193.25hm²。按用地类型划分：工程占用其他草地 3.97hm²、水工建筑用地 0.03hm²、河流水面 250.11hm²。

项目占地情况见表 1-4。

表 1-4 项目占地情况一览表

行政区	项目组成		用地类型及面积 (hm ²)			
			其他草地	水工建筑用地	河流水面	合计
长洲区	陆域工程	示位标		0.01		0.01
		生态护坡				
	水域工程	综合利用区			4.21	4.21
		疏浚工程				
		炸礁工程			20.57	20.57
		小计			24.78	24.78
合计			0.01	24.78	24.79	
龙圩区	陆域工程	示位标				
		生态护坡	2.08			2.08
	水域工程	综合利用区			5.75	5.75
		疏浚工程				
		炸礁工程			28.24	28.24
		小计			33.99	33.99
合计		2.08		33.99	36.07	
万秀区	陆域工程	示位标		0.02		0.02
		生态护坡	1.89			1.89
	水域工程	综合利用区			70.83	70.83
		疏浚工程			88.70	88.70
		炸礁工程			31.81	31.81
		小计			191.34	191.34
合计		1.89	0.02	191.34	193.25	
合计	陆域工程	示位标		0.03		0.03
		生态护坡	3.97			3.97
	水域工程	综合利用区			80.79	80.79
		疏浚工程			88.70	88.70
		炸礁工程			80.62	80.62
		小计			250.11	250.11
合计		3.97	0.03	250.11	254.11	

1.1.9 项目土石方平衡

项目土石方包括占地范围的炸礁工程、疏浚工程、综合利用区填筑，以及航标工

程、护岸工程等陆域工程挖填平衡等。

二期工程开挖土石方 432.78 万 m^3 (含表土剥离 0.51 万 m^3), 回填土石方 3.13 万 m^3 (含表土剥离 0.51 万 m^3), 综合利用 429.65 万 m^3 (回填至水域综合利用区), 无借方, 无弃方。

表 1-5 土石方平衡一览表

单位: 万 m³

项目	挖方					填方			调运		综合利用(填方)		借方		弃方	
	表土	普通土	河砂、卵石	炸礁块石	小计	表土	普通土	小计	调入	调出	数量	去向	借方	来源	弃方	去向
炸礁工程				171.44	171.44						171.44	综合利用区				
疏浚工程			258.21		258.21						258.21					
示位标		0.05			0.05		0.05	0.05								
生态护坡	0.51	2.57			3.08	0.51	2.57	3.08								
合计	0.51	2.62	258.21	171.44	432.78	0.51	2.62	3.13			429.65					

1.1.10 工程进展情况

2018年6月13日，广西壮族自治区发展和改革委员会以《广西壮族自治区发展和改革委员会关于西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程可行性研究报告的批复》（桂发改交通〔2018〕673号文）对本项目工程可行性研究报告予以批复同意。见附件1。

2011年3月8日，广西壮族自治区水利厅以《关于西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程水土保持方案的函》（桂水水保函〔2011〕19号文）对本工程水土保持方案予以批复同意。见附件2。

2019年10月8日，广西壮族自治区交通运输厅以《广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程二期工程初步设计的批复》（桂交行审〔2019〕80号）对本项目二期工程初步设计进行批复同意。见附件3。

2019年11月18日，广西壮族自治区交通运输厅以《广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程二期工程航道整治工程（№1~№3标）施工图设计的批复》（桂交行审〔2019〕107号）对本项目二期工程航道整治工程施工图设计进行批复同意。见附件4。

2020年5月22日，广西壮族自治区交通运输厅以《广西壮族自治区交通运输厅关于西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程二期工程航标工程和生态护坡工程施工图设计的批复》（桂交行审〔2020〕857号）对本项目二期工程航标工程和生态护坡工程施工图设计进行批复同意。见附件5。

二期工程航道整治工程于2019年12月25日正式开工，已于2022年12月10日全部完工；航标工程及生态护坡工程于2021年1月20日开工，于2023年5月10日完工。

1.1.11 工程参建单位

项目建设单位：广西壮族自治区港航发展中心西江航运干线贵港至梧州3000吨级航道工程建设指挥部

主体工程设计单位：中铁建港航局集团勘察设计院有限公司

主体工程勘察单位：华设设计集团股份有限公司

水土保持方案编制单位：广西交科集团有限公司

监理单位：广西八桂工程监理咨询有限公司（二期工程）

施工单位：长江重庆航道工程局（二期工程№1 标段施工单位）、中铁广州工程局集团有限公司（二期工程№2 标段施工单位）、广西新港湾工程有限公司（二期工程№3 标段施工单位）、（二期工程№4 标段施工单位）、中海工程建设总局有限公司（二期工程№4 标段施工单位）

水土保持监测及验收报告编制单位：广西交通设计集团有限公司

1.1.12 项目区概况及工程水土流失特点

（1）自然环境概况

贵梧航道段河谷地貌由冲积盆地和低山丘陵组成，两岸一级阶地连续分布，地面高程 27~41m。西江流域属典型的亚热带季风气候，阳光充足，雨量充沛，空气潮湿。春季春雨连绵，雨日较多；夏长酷热，暴雨频繁，雨洪特多；秋季常受台风雨影响；冬季气温不低，严寒天气少。多年平均气温 19.5~21.6℃，大于等于 10℃积温为 6130~7870℃，多年平均日照时数为 1485h~2088h；多年平均降雨量在 1434~1726mm 之间，降雨主要集中在 4~9 月，每年从 10 月至翌年 3 月为旱季，是施工的好季节。项目地主导风向为 NE，多年平均风速为 1.8m/s 左右。项目区土壤类型主要是砂岩、砂页岩、页岩、花岗岩、第四纪红土、河流冲积物和洪积物等成土母质发育而成水稻土、赤红壤、红壤、黄壤等为主。项目所处区域地带行植被属于南亚热带季雨林、雨林区和亚热带常绿阔叶林区，航道沿线两岸主要为农业生产集中区，沿线原生植被极少，多为次生植被。

（2）水土流失状况

项目所在区域属于全国土壤侵蚀类型 II 级区划的南方红壤丘陵区，水土流失以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为 500t/(km²·a)。根据广西壮族自治区人民政府于 2017 年 1 月 12 日发布的《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（桂政发〔2017〕5 号），本项目二期工程所经梧州市龙圩区属于桂东山地丘陵自治区级水土流失重点治理区。根据已批复水土保持方案报告书，项目水土流失防治标准执行建设类二级标准。

1.2 水土流失防治工作情况

1.2.1 建设单位水土保持管理情况

项目实施过程中，建设单位成立了水土保持领导小组，专门配置水土保持人员，加强对施工过程中水土保持工作的管理；施工单位配备水土保持负责人，各作业工班

配备水土保持人员，负责本工程施工中的施工水土保持监督和管理的工作；监理单位配备水土保持监察员，监督施工单位在工程施工中的施工水土保持工作。我公司和建设办在各级水行政主管部门的指导和监督下，依据水土保持的法律法规及《水土保持方案》的要求，做好工程建设中的水土流失防治工作。

1.2.2 三同时落实情况

项目在工程可行性研究阶段委托广西交科集团有限公司承担了西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程的水土保持方案编制工作，在施工过程中水土保持工程与主体工程基本同步施工并投入使用。

1.2.3 水土保持方案设计概况

(1) 水土保持方案编制过程

2011 年 1 月，广西壮族自治区港航发展中心委托广西交科集团有限公司编制完成了《西江航运干线贵港至梧州 3000t 级航道工程水土保持方案报告书》。2011 年 1 月 20 日，广西壮族自治区水土保持监测站在南宁市主持召开了《西江航运干线贵港至梧州 3000t 级航道工程水土保持方案报告书》评审会，顺利通过技术评审；2011 年 3 月 8 号，广西壮族自治区水利厅以《关于西江航运干线贵港至梧州 3000t 级航道工程水土保持方案的函》（桂水水保函〔2011〕19 号）对方案进行了批复。

由于项目设计的变更，2017 年 12 月，广西壮族自治区港航发展中心委托广西交科集团有限公司对《西江航运干线贵港至梧州 3000t 级航道工程水土保持方案报告书》（报批稿）进行修改，接受委托后，广西交科集团有限公司认真研究了该工程可行性研究报告，并征询了水行政主管部门意见，根据“水利部办公厅关于印发《水利部建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》”（办水保〔2016〕65 号），本项目路线长度及位置不变，工程量变化主要为疏浚及炸礁工程的变化，不属于重大变更，不符合水土保持方案变更的有关规定，但需要补充项目变更情况说明，对本项目变更情况进行报备。2018 年 7 月，广西交科集团有限公司完成《西江航运干线贵港至梧州 3000t 级航道工程水土保持方案报告书变更报告》，并提交水利厅备案。

(2) 防治责任范围

根据本项目批复的水土保持方案报告及变更报告，本工程的水土流失防治责任范围共计 462.46hm²，其中项目建设区 428.34hm²，直接影响区 34.12hm²。按综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区、航标工程区和直接影响区占地情况分区防治。

其中二期工程水土流失防治责任范围共计 269.72hm²，其中项目建设区 250.14hm²，直接影响区 19.58hm²。按综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区、航标工程区和直接影响区占地情况分区防治。

(3) 防治目标

根据本项目批复的水土保持方案报告及变更报告，本项目水土流失防治标准应采用二级防治标准。工程水土流失防治目标为：扰动土地整治率达到 95，水土流失总治理度达 87，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率为 95%，林草植被恢复率达 97%，林草覆盖率达 22%。

(4) 水土保持投资

根据本项目批复的水土保持方案报告及变更报告，本项目水土保持总投资为 67.90 万元，其中主体工程已有水土保持投资为 6.90 万元（均为工程措施投）；本方案新增投资 61.00 万元。总投资中，工程措施投资 6.90 万元，临时措施投资 2.66 万元，独立费用投资 51.65 万元（含水土保持监测费 20 万元，水土保持监理费 1.50 万元），基本预备费 3.67 万元，水土保持补偿费 3.02 万元。

其中二期工程总投资为 31.24 万元，其中主体工程已有水土保持投资为 1.60 万元（均为工程措施投）；本方案新增投资 29.64 万元。总投资中，工程措施投资 1.60 万元，临时措施投资 0.54 万元，独立费用投资 25.88 万元（含水土保持监测费 10 万元，水土保持监理费 0.80 万元），基本预备费 1.68 万元，水土保持补偿费 1.54 万元。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测工作概况

2019 年 9 月，广西壮族自治区港航发展中心西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程建设指挥部委托广西交通设计集团有限公司承担该项目的水土保持监测工作。接受委托后，广西交通设计集团有限公司立即组织水土保持监测技术人员，对项目进行了全面的踏勘调查，详细调查项目区自然情况、水土流失背景与水土保持现状等，结合工程的施工任务安排、施工工艺及总体布局，重点调查防治措施实施情况，于 2019 年 11 月编制完成《西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程水土保持监测实施方案》，并提交至水行政主管部门备案。

根据实施方案中的监测规划开展监测工作。通过实地监测，重点勘查了工程建设扰动地表面积、道路情况及植被恢复情况，项目区内绿化、排水、护坡等水土保持措

施防治效果情况，并选择典型样地，测定了坡面侵蚀情况等，并对项目区内扰动地表的恢复情况、水土保持措施落实情况，以及植被恢复情况实施定时观测。监测期内定期向水行政主管部门及业主提交水土保持监测季度报告。目前已提交了 2020 年第 1 季度至 2023 年第 2 季度共计 14 期监测季度报告。

为加快西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程竣工交付运行，尽早发挥项目建设的社会效益，根据项目建设实际情况和进度安排，对西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程分一期工程 and 二期工程分期进行水土保持设施验收。其中一期工程起于贵港航运枢纽下游引航道终点，止于长洲水利枢纽上游引航道起点，航道整治范围长 266.5 公里；二期工程起于长洲水利枢纽，终于梧州界首天然航道与广东省交界处，航道整治全长 24km。

一期工程已于 2022 年 11 月 24 日召开水土保持设施验收会议，提交水利厅备案后，于 2023 年 2 月 1 日收到《自治区水利厅关于西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程一期工程水土保持设施自主验收报备的通知》（桂水政服〔2023〕4 号）。

二期工程航道整治工程于 2019 年 12 月 25 日正式开工，已于 2022 年 12 月 10 日全部完工；航标工程及生态护坡工程于 2021 年 1 月 20 日开工，于 2023 年 5 月 10 日完工。

广西交通设计集团有限公司于 2023 年 10 月份完成《西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程水土保持监测总结报告》。

1.3.2 监测时段

本项目二期工程于 2019 年 9 月接受委托并开展监测工作，监测时段包括施工期及自然恢复期监测。即 2019 年 9 月至 2023 年 9 月，期间于 2019 年 11 月提交了水土保持监测实施方案，2020 年第 1 季度至 2023 年第 2 季度共计提交了 14 期水土保持监测季度报告。

1.3.3 监测频次

按监测实施方案中的监测规划进行实施，具体为每季度监测一次。

1.3.4 监测分区

根据本工程的工程特点和水土流失特征，确定整个工程的水土流失防治责任范围均为工程监测区域，共 254.11hm²。根据工程的水土流失特点，将水土保持监测区域划分为综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区、航标工程区和生态护坡区等 5 个防治分

区。

1.3.5 监测重点、难点

按照《水土保持监测技术规程》，在重点破坏区布设典型监测点，在一般扰动区布设临时监测点的方式，全面掌握本项目防治责任范围内的水土流失变化的情况。根据现场查看到的情况分析，综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区 3 个防治分区位于水域，主要采取巡查监测的方式进行监测，航标工程区和生态护坡区位于陆域范围，是本项目水土保持监测的重点区域。

本项目属于线状工程，项目区扰动全部集中在一定区域内，各类扰动混合为一体，实地测算各分区的土壤侵蚀强度是监测的难点。

1.3.6 监测点布置

本项目区水土流失形式有溅蚀、面蚀和沟蚀。溅蚀和面蚀分布最广，但流失强度相对较低，危害较小，沟蚀流失强度较大，是水土流失问题严重的表现。以沟蚀方式流失的土壤占流失土壤中的绝大部分。

沟蚀主要发生于边坡区，由于表面裸露，土壤原状结构受到破坏，因坡面产流，导致水土流失。根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》办水保〔2015〕139 号文和本工程的水土保持方案，我公司监测组在项目区布设且收集数据监测点共计 2 个，其他区域采取巡查监测的方式进行监测。

表 1-6 监测布点一览表

序号	位置	坡长 m	坡度 (°)	监测方法
1	龙圩航道站生态护坡边坡	5	28	插钎法
1	梧州航道管理局疏浚处码头生态护坡边坡	6	31	插钎法

2 监测内容与方法

2.1 监测内容

根据监测合同和本项目的水土保持方案确定本工程监测内容包括方案确定的防治责任范围内的所有水土流失及其防治情况，其中主要监测指标包括以下几点：

1、工程环境影响因子主要监测指标

工程建设区地形地貌、植被、水文等情况，主体工程进展情况，工程占地面积、扰动地表面积，工程挖方、填方数量及防护措施。

2、水土流失状况主要监测指标

水土流失类型划分及分区，建设项目土地扰动面积的变化情况，不同水土流失类型的强度及水土流失总量，水土流失危害情况。

3、水土保持工程主要监测指标

水土流失防治措施的数量和质量，林草成活率、生长情况及覆盖度，防护工程稳定性、完好程度、运行情况，水土保持措施的拦渣保土效果，水土保持工程设计与水土保持管理相关内容。

2.2 监测方法

监测方法采用实地调查监测法、地面观测法及现场巡查等方法。

(1) 调查监测

调查监测是指定期采取全项目区调查的方式，通过现场实地勘测，结合项目布置图、照相机、全站仪等测量工具按行政区或标段测定不同地表扰动类型的面积；对破坏水土保持设施数量进行调查和核实。填表记录每个扰动类型区的基本特征(特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型)及水土保持措施(拦渣工程、排水工程等)实施情况。掌握新建水土保持设施的质量和使用情况，调查水土保持设施的保土效益、拦渣效益，扰动土地的再利用、生态效益等。

① 面积监测

面积监测可采用全站仪进行。先记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。在所设控制点架设全站仪后(确保与其他参照点通视)，沿所测区域边界选择特征点依次立棱镜，在全站仪微电脑上即可记录所测区域的形状(边界坐标)，然后将所测结果展入计算机 CAD 程序中，即可查询面积(现大部分全站仪都具备面积量算程序，可现场测出面积)。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测一些特

征点的坐标，再通过软件模拟原地面形态，即求出堆积物体积。

② 植被监测

在项目区选项有代表性的地块作为植被调查的标准地，标准地的面积为投影面积，

要求乔木林 20m × 20m、灌木林 5m × 5m、草地 2m × 2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草的植被覆盖度。计算公式为：

$$D = fd / fe \times 100\% \quad C = f / F \times 100\%$$

式中：D—林地的郁闭度（或草地的盖度），

C—林（或草）植被覆盖度，%，

fd——样方面积，m²，

fe——样方内树冠（草冠）垂直投影面积，m²，f——林地（或草地）面积，hm²，

F——类型区总面积，hm²。

注：纳入计算的林地或草地面积，其林地的郁闭度或草地的覆盖度都应大于20%。关于标准地的灌丛、草本覆盖度调查，采用目测方法按国际通用分级标准进行。

（2）地面观测

在全面调查的基础上，根据项目的建设特点划分不同的水土流失区，选取典型测点对不同地表扰动类型的侵蚀强度进行地面定位监测，通过全线勘察选点，选择有代表性的地段进行布点，并采用插钎监测法（简易水土流失观测场）、侵蚀沟样方法（简易坡面量测法）测定施工过程中不同扰动类型的侵蚀强度。

① 插钎监测法

将直径 0.3~1cm、长 30~100cm、类似钉子形状的钢钎，根据坡面面积，按上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根（相距 1m × 1m 分布）沿铅垂方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，为提高精度，钢钎密度可加大。每次暴雨后、汛期终了以及时段末，观测钉帽出露地面高度，计算土壤侵蚀厚度和土壤侵蚀量。计算公式采用：

式中 A—土壤侵蚀量（m³），Z—侵蚀厚度（mm），S—水平投影面积（m²），θ—斜坡坡度值。

② 影像对比监测法

在进行水土流失防治动态监测时对水土保持工程措施和植物措施的监测，采用影

像对比作为辅助的监测方法。即使用高分辨率的数码相机和摄像机对水土保持工程措施（包括临时防护措施）进行定点、定期拍照和摄像，通过不同时期影像的对比，监测措施的实施数量、进度、完好程度、运行情况等。同样，采用不同时段影像对比监测不同阶段林草措施的种植面积、成活率、生长情况及覆盖度。此种方法操作简便、经济直观，可为以后水土流失防治效果监测结果分析提供直观的资料。

③ 简易径流小区法

在选定的监测点，根据坡面长度，布置宽 5~10m，沿坡面长 10~22m 的径流小区，每处平行布置两个，在径流小区底端设集流槽，集流槽采用矩形断面，底宽 20cm，深 20cm，采用浆砌石或砖砌，砂浆抹面，并通过导流槽连接径流池，径流池长 3m，深 1.5m，宽 1.5m，浆砌石或砖砌，砂浆抹面，顶部加混凝土盖板，底部开孔，孔口安装纱网过滤。在径流小区边界设边墙，边墙采用矩形断面，宽 30cm，高 40cm，埋深 20cm，采用浆砌石或砖砌，砂浆抹面。计算公式采用：

$$ST=R\alpha$$

式中：ST-小区侵蚀泥沙总量（kg）；

R-径流量（m³）；

α -径流含沙量（kg/m³）。

（3）巡查法

不定期的进行全线踏勘，若发现水土流失隐患、水土流失危害、较大的扰动类型的变化（如新出现堆渣或堆渣消失、开挖面采取了措施等）等现象，及时通知业主和施工单位采取有效的防治措施并做好监测记录。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测结果

3.1.1 方案确定的防治责任范围

根据本项目批复的水土保持方案报告、变更报告及其批复文件，二期工程确定本项目水土流失防治责任范围共计 269.72hm²，其中项目建设区 250.14hm²，直接影响区 19.58hm²。详见表 3-1。

表 3-1 《水土保持方案》确定的水土流失防治责任范围表 单位：hm²

序号	防治分区	防治责任范围	项目建设区	直接影响区
1	水域扰动区	269.43	250.11	19.32
1.1	综合利用区	88.72	80.79	7.93
1.2	疏浚工程区	94.66	88.70	5.96
1.3	炸礁工程区	86.06	80.62	5.44
2	陆域工程区	0.28	0.03	0.25
2.1	航标工程区	0.28	0.03	0.25
	合计	269.72	250.14	19.58

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目二期工程施工实际扰动地表主要是综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区、航标工程区、生态护坡区等 5 个防治分区。通过查阅工程的设计图纸，并结合 GPS 等仪器实地测量、遥感影像图像量测确定，本项目二期工程实际扰动土地面积为 254.11hm²。

(1) 综合利用区

共计占地面积 80.79hm²，均为永久征地。

(2) 疏浚工程区

共计占地面积 88.70hm²，均为永久征地。

(3) 炸礁工程区

共计占地面积 80.62hm²，均为永久征地。

(4) 航标工程区

共计占地面积 0.03hm²，均为永久征地。

(5) 生态护坡区

共计占地面积 4.00hm²，均为永久征地。

表 3-2 建设区扰动土地面积统计表

序号	防治分区	扰动地表面积 (hm ²)	备注
1	水域扰动区	250.11	永久占地
1.1	综合利用区	80.79	永久占地
1.2	疏浚工程区	88.70	永久占地
1.3	炸礁工程区	80.62	永久占地
2	陆域工程区	4.00	永久占地
2.1	航标工程区	0.03	永久占地
2.2	生态护坡区	3.97	永久占地
	合计	254.11	

3.2 取土、弃渣监测结果

3.2.1 方案确定取土、弃渣情况

根据本项目批复的水土保持方案报告、变更报告，二期工程共计挖方总量 535.33 万 m³，填方总量 0.03m³，为了航道水体流态稳定综合利用疏浚、炸礁石方 535.30 万 m³；无借方、弃方。

3.2.2 实际监测取土、弃渣情况

本项目二期工程开挖土石方 432.78 万 m³（含表土剥离 0.51 万 m³），回填土石方 3.13 万 m³（含表土剥离 0.51 万 m³），综合利用 429.65 万 m³（回填至水域综合利用区），无借方，无弃方。

3.3 其他重点监测情况

按照《水土保持监测技术规程》，在重点破坏区布设典型监测点，在一般扰动区布设临时监测点的方式，全面掌握本项目防治责任范围内的水土流失变化的情况。根据现场查看到的情况分析，生态护坡工程区是本工程最敏感的水土流失部位，是本工程水土流失最严重区域，因此生态护坡工程区是水土保持监测重点区域。

本项目属于线状工程，项目区扰动全部集中在一定区域内，各类扰动混合为一体，实地测算各分区的土壤侵蚀强度是监测的难点。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

工程实施的水土保持工程措施主要有：表土剥离及后期覆土 5111m³，盖板排水沟 793m，生态护坡平铺生态框 7068m²。

表 4-1 水土保持工程措施工程量汇总表

序号	措施类型	单位	完成工程量
1	生态护坡区		
1.1	表土剥离	m ³	5111
1.2	覆种植土	m ³	5111
1.3	盖板排水沟	m	793
1.4	生态护坡平铺生态框	m ²	7068

4.2 植物措施监测结果

本工程水土保持植物措施与主体工程建设同步进行，按照水土保持方案与水土植物措施设计进行施工。工程实施的水土保持植物措施主要有生态护坡区的三维网植草 9970m²。

完成植物设施工程量详见表 4-2。

表 4-2 水土保持植物措施工程量汇总表

序号	措施类型	单位	完成工程量
1	生态护坡区		
1.1	三维网植草	m ²	9970

4.3 临时防治措施监测结果

本工程水土保持临时措施包括裸露地表及边坡的临时覆盖措施。工程实施的水土保持临时措施主要有生态护坡区的密目网临时苫盖 10967m²。

完成临时防治措施工程量详见表 4-3。

表 4-3 水土保持临时措施工程量汇总表

序号	措施类型	单位	数量
1	生态护坡区		
1.1	密目网临时覆盖	m ²	10967

4.4 水土保持措施防治效果

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程二期工程在施工过程中实行项目法人责任制、招标投标制和工程监理制，建立健全“项目法人负责，监理单位控制，施工单位保证，政府监督”的质量保证体系。水土保持工程的建设和管理亦纳入整个工程的建设管理体系。工程措施施工质量检验和质量评定资料齐全，程序完善。

经过现场检查，核实有关设计成果和完工验收资料，西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程从建筑材料、中间产品至成品的质量均合格，建筑物结构尺寸，外表美观质量符合设计要求，工程措施质量总体合格。

在植物措施建设过程中，各项质量控制和管理措施得到了严格落实。绿化设计文件、招标合同、苗木（种籽）进货单据、质量检验证、施工监理及验收签认材料详实，后期管护措施到位。

各项质量控制和管理措施的严格实施，保证了植物措施的施工质量。草、灌木的成活率大于 99%，植树成活率达到 99%。草坪无杂草，无枯黄、无病虫害，覆盖度达到 100%。项目植被建设总体情况良好，植物措施质量总体合格。

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程在施工过程中实行项目法人责任制、招标投标制和工程监理制，建立健全“项目法人负责，监理单位控制，施工单位保证，政府监督”的质量保证体系。水土保持工程的建设和管理亦纳入整个工程的建设管理体系。水土保持措施施工质量检验和质量评定资料齐全，程序完善。水土保持完整、水土保持效果明显。

表 4-4 水土保持措施监测表

防治分区	工程措施	植物措施	临时措施
生态护坡工程区	表土剥离及后期覆土 5111m ³ ，盖板排水沟 793m，生态护坡平铺生态框 7068m ² 。	三维网植草 9970m ² 。	密目网临时苫盖 10967m ² 。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工准备期水土流失面积监测

监测组进场时，部分水域部分已开工建设，大部分水域部分和全部的陆域尚未开工，对于施工准备期水土流失面积监测主要通过调查未被扰动区域土壤侵蚀情况进行分析。

通过分析发现本工程扰动前陆域部分以其他草地、水工建筑用地为主，沿线的植被状况良好，水土流失强度基本处于容许值以内。

5.1.2 施工期水土流失面积监测

本项目占地面积涉及陆域面积和水域面积，水域面积施工期水土流失面积难以监测，本项目水土流失面积只计列陆域面积。

通过实地调查，随着本工程土建施工，开挖、回填、堆土场施工对地表造成扰动，从而形成开挖边坡、填方边坡、堆土面等易产生水土流失的区域，在降雨径流的冲刷下，水土流失面积不断增大，具体变化过程如下：

表 5-1 工程水土流失面积变化情况表 单位 hm^2

扰动类型	施工期水土流失面积				自然恢复期
	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023
生态护坡区	-	-	3.97	3.97	1.70
航标工程区	-	-	0.03	-	-
小计	-	-	4.00	3.97	1.70

5.1.3 试运行期水土流失面积监测

通过实地调查，工程完工后进入自然恢复期，随着沿线各项水土保持不断发挥水土保持效益，沿线扰动地表被硬化或采取植草绿化，水土流失强度基本处于容许值以内。

试运行期航标工程区已全部硬化，水土流失面积主要为生态护坡工程的绿化区域，共计面 1.70hm^2 。

5.2 土壤流失量

5.2.1 项目区水土流失背景值

土壤侵蚀背景值通过实地调查地面坡度、植被覆盖度等水土流失主要因子，结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准(见表5-2、表5-3)，调查项目区土壤侵蚀背景值。

注：本表流失厚度系按广西当地平均土壤干密度 1.45g/cm^3 折算，各地可按当地土壤干密度计算。

表 5-2 面蚀(片蚀)分级指标

地类		地面坡度(°)				
		5~8	8~15	15~25	25~35	>35
非耕地林草覆盖度(%)	60~75	轻度				
	45~60	轻度				强度
	30~45		中度		强度	极强度
	<30			强度	极强度	剧烈
坡耕地		轻度	中度	强度	极强度	剧烈

表 5-3 水力侵蚀强度分级

级别	平均侵蚀模数 [t/(km ² a)]	平均流失厚度 (mm/a)
微度	<200, <500, <1000	<0.138, <0.345, <0.690
轻度	200, 500, 1000~2500	0.138, 0.345, 0.690~1.724
中度	2500~5000	1.724~3.448
强烈	5000~8000	3.448~5.517
极强烈	8000~15000	5.517~10.345
剧烈	>15000	>10.345

注：本表流失厚度系按广西壮族自治区当地平均土壤干密度 1.45g/cm^3 折算，各地可按当地土壤干密度计算。

项目位于丘陵地貌区，地貌类型主要为低山丘陵，海拔高度均为 100 米以下，坡度和缓，多在 $20\sim 30^\circ$ 之间。本工程沿线林草覆盖率比较低，项目建设区域现状土壤侵蚀以水力侵蚀为主，侵蚀强度以微度、轻度侵蚀为主。项目区平均土壤侵蚀模数背景值为 $595\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

5.2.2 降雨量监测

监测区域内影响水土流失的主要因素是人为作用和降雨，人为活动为水土流失提供搬运物质的条件，而降雨为水土流失提供搬运载体。

因而水土流失是人为作用和降雨交互作用的结果，科学准确的记录降雨时情是本次监测的重要内容，本项目降水量资料是从广西气象监测中心收集整理。本工程各季度降雨量详见表 5-4。

表 5-4 项目区降雨情况监测记录表

序号	季节降雨总量 (mm)	累计降雨量 (mm)	最大 1 小时降雨量 (mm)
2020 年第一季度	207.9	207.9	20.3
2020 年第二季度	642.4	850.3	53.9
2020 年第三季度	645.3	1495.6	55.2
2020 年第四季度	142.3	1637.9	21.9
2021 年第一季度	125.9	1763.8	29.2
2021 年第二季度	732.4	2496.2	69.5
2021 年第三季度	309.2	2805.4	43.4
2021 年第四季度	122.6	2928	13.8
2022 年第一季度	229.1	3157.1	20.5
2022 年第二季度	728.5	3885.6	55.6
2022 年第三季度	426.7	4312.3	51.7
2022 年第四季度	151.7	5852.6	11.4
2023 年第一季度	207.9	207.9	20.3
2023 年第二季度	642.4	850.3	53.9

5.2.3 土壤侵蚀强度的确定

工程自 2019 年 9 月开始监测，根据工程的扰动形式，我公司技术人员将工程划分为综合利用区、疏浚工程区、炸礁工程区、航标工程区和生态护坡区等 5 个防治分区。

本项目采取桩钉法、巡查监测法对其水土流失侵蚀强度进行动态监测。

我公司自 2019 年 9 月开始监测以来，对二期工程共设置定点桩钉法监测 2 处，其他地方采用巡查监测法监测。

① 定点桩钉法监测

我公司技术人员对生态护坡区边坡布设的监测点进行监测，监测点尺寸为宽*长=4m*4m，坡度 28~31°。土质边坡，含少量砾石。详见表 5-5。

表 5-5 桩钉法侵蚀强度计算表

钢钎序号	2021年3月 初始高度 (cm)	2021年8月 最终高度 (cm)	累计侵蚀高度 (cm)	累计侵蚀量 (共6个月) (m ³)	侵蚀强度 (t/km ² a)
1	3	3.1	0.1	0.0142	2311
2	3	3.2	0.2		
3	3	3.1	0.1		
4	3	3.0	0.0		
5	3	3.1	0.1		
6	3	3.1	0.1		
7	3	3.1	0.1		
8	3	3.0	0.0		
9	3	3.1	0.1		

② 巡查监测

我公司技术人员对码头区进行巡查监测，结合实地情况与护岸区的挖方监测点对比，得出以下结论。

表 5-6 侵蚀强度计算表

扰动区域	土壤侵蚀强度 (t/km ² a)				
	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
生态护坡区	595	595	2311	1864	477
航标工程区	595	1132	1618	-	-

5.2.3.1 施工期平均土壤侵蚀强度

在对各个监测样方实际观测成果的基础上，根据地形条件、降雨情况对各个扰动形式进行修正，得出本工程监测期各个扰动形式水土流失平均侵蚀强度，监测结果如下：

表 5-7 施工期平均土壤侵蚀强度监测值 单位: t/km².a

序号	扰动类型	施工期平均土壤侵蚀强度 (从 2019 年 9 月开始至 2021 年 12 月)
1	生态护坡区	1233
2	航标工程区	1125

5.2.3.2 自然恢复期平均土壤侵蚀强度

在对各个监测样方实际观测成果的基础上,根据地形条件、降雨情况对各个扰动形式进行修正,航标工程已全部硬化,生态护坡区于 2023 年 5 月施工结束。得出本工程监测期各个扰动形式水土流失平均侵蚀强度,监测结果如下:

表 5-8 自然恢复期平均土壤侵蚀强度监测值 单位: t/km².a

序号	扰动类型	自然恢复期平均土壤侵蚀强度
1	生态护坡区	477
2	航标工程区	-
加权平均值		239

5.2.4 施工期土壤流失量

根据监测所得的工程建设扰动地表面积及各季度监测所得平均土壤侵蚀强度,工程施工期因建设产生土壤流失总量 49.29t,新增土壤流失量 25.49t,由于水域综合利用扰动区的特殊性,不参与水土流失预测。详见表 5-9。

表 5-9 施工期土壤侵蚀量

分区	土壤侵蚀背景值 t/(km ² a)	扰动后侵蚀模数 t/(km ² a)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀时间 (a)	背景流失量(t)	预测流失量(t)	新增流失量(t)
生态护坡区	595	1233	3.97	1	23.62	48.95	25.33
航标工程区	595	1125	0.03	1	0.18	0.34	0.16
小计			4.00		23.80	49.29	25.49

5.2.5 自然恢复期土壤流失量分析

自然恢复期土壤流失量主要通过选取样地调查林草覆盖度和样方内土壤流失情况推算流失量。航标工程已全部硬化,生态护坡区于 2023 年 5 月施工结束。调查自然恢复期项目区水土流失状况。在生态护坡边坡设置样方点,调查植被覆盖度和生长情况。

通过样地调查和沿线巡查，项目区内水土保持防治措施体系基本完善、且各项措施已发挥效益，自然恢复期内的土壤侵蚀将会得到有效控制，整个项目区的土壤侵蚀强度将降至 $477t/(km^2 \cdot a)$ 以内，土壤侵蚀强度将达到水土保持方案设计的目标，水土保持措施发挥了良好的效果。

5.3 水土流失危害

西江航运干线贵港至梧州 3000 吨级航道工程在施工期间因工程建设扰动和破坏了原地表和植被，加剧了原有的水土流失。通过采取工程措施、植物措施和临时防护措施使工程扰动范围内的水土流失得到全面治理，水土流失强度大为减小，各项防治指标达到预定目标值，基本落实水土保持“三同时”制度，水土保持工程总体上稳定完好。项目建设期间未发生严重水土流失危害情形。

建议项目建设单位认真作好经常性的水土保持措施管护工作，明确组织机构、人员和责任，防止新的水土流失发生，并加强对绿化工作的管理和技术指导。

6 水土流失防治效果监测结果

6.1 扰动土地整治率

据各季度监测报告，陆域扰动土地面积共 4.00hm²，水土保持措施防治面积 0.52hm²，永久建筑物面积 0.27hm²。经统计计算，扰动土地整治率为 98.73%，达到《水土保持方案报告书》制定目标。详见表 6-1。

表 6-1 扰动土地整治监测统计表

分区	陆域扰动地表面积 (hm ²)	水土流失治理面积			计算公式	实际值 (%)
		水土保持措施防治面积 (hm ²)	永久建筑物面积 (hm ²)	小计 (hm ²)		
生态护坡区	3.97	2.38	1.54	3.92	扰动土地整治率=(水土保持措施面积+永久建筑物面积)/建设区扰动地表面积	98.74
航标工程区	0.03		0.03	0.03		100
综合效益	4.00	2.38	1.57	3.95		98.75

6.2 水土流失总治理度

本工程水土保持措施面积为 2.38hm²，水土流失总治理度 97.94%，达到《水土保持方案报告书》制定目标。详见表 6-2。

表 6-2 水土流失总治理度监测统计表

分区	建设区水土流失总面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)	计算公式	实际值 (%)
生态护坡区	2.43	2.38	水土流失总治理度=水土保持措施面积/建设区水土流失总面积	97.94
航标工程区	-	-		-
综合效益	2.43	2.38		97.94

6.3 拦渣率

本项目建设疏浚、炸礁工程产生土石方全部用于综合利用区填筑，不产生永久弃渣，不计算拦渣率。

6.4 土壤流失控制比

根据广西壮族自治区人民政府于 2017 年 1 月 12 日发布的《广西壮族自治区人民政府关于划分我区水土流失重点预防区和重点治理区的通告》(桂政发〔2017〕5 号)，本项目所经梧州市龙圩区属于桂东山地丘陵自治区级水土流失重点治理区，土壤允许流失量为 500t/(km²·a)。根据监测结果，土壤流失控制比为 1.05，达到了方案制定的

目标要求和评估合格标准，项目区土壤流失控制比具体计算见表 6-3 所示。

表 6-3 土壤流失控制比计算表

平均侵蚀模数 (t/km ² a)	容许侵蚀模数 (t/km ² a)	目标值	实现值
477	500	1.0	1.05 (加权)

6.5 林草植被恢复率、林草覆盖率

本工程项目区可恢复植被面积达 1.71hm²，在实施了植物措施后，项目区绿化面积达 1.70hm²，林草植被恢复率达到 99.42%，林草覆盖率达到 42.50%。

各防治分区绿化面积、林草植被恢复率和林草覆盖率详见表 6-4 所示。

表 6-4 林草植被恢复率和林草覆盖率监测指标统计表

防治区	防治责任范围 面积 (hm ²)	可恢复植被 面积 (hm ²)	植物措施 面积 (hm ²)	林草植被 恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
生态护坡区	3.97	1.71	1.70	99.42	42.50
航标工程区	0.03	-	-	-	-
综合效益	4.00	1.71	1.70	99.42	42.50

综上所述，截止 2023 年 9 月的定量监测数据显示，本项目二期工程六项指标均达到方案设计目标值详细情况如表 6-5 所示。

表 6-5 防治效果监测值与方案目标值达标情况

序号	项目	目标值	监测值	达标情况
1	扰动土地整治率 (%)	95	98.75	达标
2	水土流失总治理度 (%)	87	97.94	达标
3	土壤流失控制比	1.0	1.05	达标
4	拦渣率 (%)	95	-	达标
5	林草植被恢复率 (%)	97	99.42	达标
6	林草覆盖率 (%)	22	42.50	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

根据实际调查监测，本项目施工期特别是土方挖填施工期间扰动地表强度剧烈，土壤侵蚀强度大，但是通过采取排水、护坡、绿化等措施，有效减少了水土流失；进入施工后期后，由于边坡防护、绿化及地面硬化，土壤侵蚀得到控制，水土流失进一步降低；进入自然恢复期后，各项措施均已发挥水土保持功能，水土流失轻微。纵观工程建设全过程，其水土流失状况呈现出从强烈——控制——减轻的变化过程。

土壤侵蚀背景值通过实地调查并结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准确定，施工期土壤侵蚀模数通过地面定位观测及调查确定，自然恢复期土壤侵蚀模数通过现场调查确定。

施工期土壤侵蚀强度与流失量远大于施工前及自然恢复期。施工前原地貌土壤流失轻微，施工期内主要进行项目内的开挖和回填，以及生态护坡、航标工程等裸露边坡，受雨季降水的冲刷，造成大量土壤流失。开挖、回填边坡由于破坏地表面积较大，重塑地表所需的土石方量大，且存在较多易受扰动产生流失的颗粒物，为水土流失的发生的重点部位。随着工程推进，相应的边坡防护、截排水工程及排绿化工程等水土保持措施的陆续开展，使得项目区内产生的土壤流失得到有效控制。进入自然恢复期后，植物措施及水土保持工程措施进一步发挥功效，项目区土壤侵蚀强度降至容许值范围以内，项目区土壤流失量可控制在允许的范围内。

水土流失动态变化过程印证了人为扰动是开发建设项目的主要水土流失因素，采取防治措施是控制因工程建设引起的水土流失的必要手段。

7.2 水土保持措施评价

本项目建设过程中，对水土保持工作十分重视，实施了护坡工程、排水工程、绿化工程等一系列水土保持措施。累计完成的工程量为：

(1) 工程措施

生态护坡工程区：表土剥离及后期覆土 5111m³，盖板排水沟 793m，生态护坡平铺生态框 7068m²。

(2) 植物措施

生态护坡区：三维网植草 9970m²。

(3) 临时措施

生态护坡区：密目网临时苫盖 10967m²。

本项目实施的水土保持措施可分：工程措施、植物措施和临时措施。通过对该项目的全程水土保持监测可以看出，临时措施对土建施工期的水土流失，具有很强的预防和治理作用。本工程建设单位及施工单位，在工程建设过程中，需要不断提高水土流失防治意识，重视水土流失防治工程，实现了良好的防止水土流失效果。不足之处在于，施工过程中临时措施量相对较少，以致挖填边坡区域有轻微水土流失情况发生。

7.3 存在问题及建议

为更好发挥水土保持效益，针对现场监测中发现的问题，现就下一阶段水土保持工程需要加强的工作，提出以下几点建议：

(1) 由于工程挖填边坡较多，在自然恢复期，由于强降雨，有可能产生边坡水土流失现象。建议建设单位加强水土保持措施的管理与维护，提高水土保持措施的防治功能，同时加强水土流失状况监测。

(2) 本工程建设单位按照水土保持法律法规的规定，实行“项目法人负责，监理单位控制，施工单位保证，政府监督”的质量管理体系，但在部分水土保持措施的实施方面仍存在管理和施工不同步的问题。建议针对水土保持工作，要贯彻“项目法人负责，监理单位控制，施工单位保证，政府监督”的质量管理体系。

7.4 综合评价

根据监测结果分析，得出以下结论：

(1) 监测期内未观测到本工程建设造成的大面积水土流失危害情况，施工期未发现严重水土流失危害事件发生。

(2) 现阶段，项目区水土流失防治六项指标为：扰动土地整治率 98.75%，水土流失总治理度 97.94%，土壤流失控制比 1.05，拦渣率不计算，林草植被恢复率 99.42%，林草覆盖率 42.50%。所以防治指标都达到方案目标值标准。

(3) 水土流失防治责任区内的水土流失得到了全面、系统的整治。工程的各种开挖面、临时堆土、施工场地等得到了及时整治，项目区内水土流失得到有效控制。

