

水保监测（浙）字第 0025 号

编号：WK10391501-SB02

密级：内 部

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）
水土保持监测总结报告

建设单位:温州市瓯飞经济开发投资有限公司

编制单位:浙江省水利水电勘测设计院

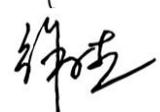
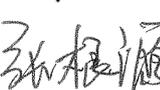
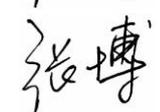
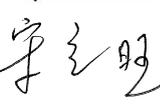
2020 年 4 月

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）

水土保持监测总结报告

责任页

编制单位：浙江省水利水电勘测设计院

核	定：		彭庆卫（院 长）
审	查：		徐小燕（教 高）
校	核：		张根源（高 工）
项目	负责人：		张 博（高 工）
编	写：		张 博（高 工）（第 3、4、7 章）
			宋立旺（高 工）（第 1、5、6 章）
			郝咪娜（高 工）（第 2 章、附图）



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书
(副本)

单位名称：浙江省水利水电勘测设计院
法定代表人：温州市瓯飞一期围垦工程（北片）
单位等级：★★★★★（5星）
证书编号：水保监测（浙）字第0025号
有效期：自2018年1月1日至2020年12月31日

水土保持监测成果专用

发证机构：

发证时间：2018年1月1日



单位地址：浙江省杭州市抚宁巷66号

邮政编码：310002

监测总负责：宋立旺

联系电话：0571-86070015

传 真：0571-86070311

E-mail: 86070311@163.com

前 言

温州市瓯飞一期围垦工程是温州市拓延发展空间、促进海洋经济发展、打造海西区北部大都市生态功能区的重要工程。根据省发改委、省水利厅对瓯飞工程列入省滩涂围垦规划的批复文件精神，结合温州市区域实际条件，为了从总体上加快瓯飞工程的建设速度，先行实施温州市瓯飞一期围垦工程是十分必要的。根据国家海洋局批复意见以及瓯飞一期围垦工程重要专项设施迁建配套项目等因素的制约，瓯飞北片先行实施建设。

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）位于温州市龙湾区，工程建设内容包括新建北堤及东堤北段共计 20.33km 海堤；新建北 1#闸、北 2#闸及通航孔，东 1#闸，水闸总净宽 168m；新建 1#隔堤（2379m）及 2#隔堤（3039m）等。

2012 年 9 月 29 日，浙江省发展和改革委员会签发（浙发改农经〔2012〕1234 号）“关于温州瓯飞一期围垦工程可行性研究报告的批复”。2013 年 1 月 30 日，《温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告》获得浙江省发改委（浙发改设计〔2013〕12 号文“关于温州市瓯飞一期围垦工程初步设计的批复”。

本工程于 2013 年 7 月开工建设，2019 年 6 月完工。工程概算总投资为 272.93 亿元，建设单位为温州市瓯飞经济开发投资有限公司。

为了预防和治理工程在建设过程中产生新的水土流失，保护和合理利用水土资源，改善生态环境，根据有关规定，生产建设单位应当对生产建设活动造成的水土流失进行监测。

建设单位于 2014 年 10 月委托浙江省水利水电勘测设计院（以下简称省水电院）承担本工程的水土保持监测工作，工程开工后，省水电院立即成立水土保持监测项目部，在建设单位的协助下，全面开展工程水土保持实地调查和监测工作，并获得了项目区的地形地貌、气候气象、水文、土壤、植被、社会经济、水土流失状况以及工程施工现状等大量监测数据，完成相关报告编制工作。

由于瓯飞北片专供料场霓屿料场开采许可证尚未到期，经温州市人民政府专题会议研究同意其继续向其他工程供料，暂时无法封闭，故不将其列入本次温州市瓯飞一

期围垦工程（北片）水土保持验收范围中。

本项目监测主要包括：影响水土流失及其防治的主要因子、水土流失现状、水土流失危害、水土保持工程防治效果。监测方法主要采取定位监测和调查巡查监测相结合。通过收集数据、分析、研究，对监测重点区域进行了重点监测，对存在问题提出整改意见。监测目标主要是了解水土流失时段、强度等情况，对水土保持措施及其效果进行评价，为水土保持管护和项目管理运行提供依据。

经监测与调查分析，本工程实际防治责任范围面积总计674.71hm²，较原方案减少38.23hm²，其中项目建设区减少37.10hm²，主要为海堤占地减少；直接影响区减少1.13hm²。工程建设期间，施工扰动造成区域地表、土壤结构变化，其实测侵蚀模数与未扰动对照相比增加较多，工程建设造成了新增水土流失，温州市瓯飞一期围垦工程（北片）建设过程中共造成水土流失16.35万t。

工程建设过程中，各参建单位能基本按批复的水土保持方案要求，落实水土保持防治责任与义务，施工时能合理安排施工季节，优化施工工艺和流程，严格控制施工扰动面，减少了工程开挖对周边环境的破坏，并采取一些临时性防治措施，有效地减少了施工过程中的水土流失。水土保持防治措施基本实现了“三同时”，已实施的水土保持措施和运行状况能基本满足方案要求，对防治责任范围内的水土流失进行了有效防治。

经监测与调查分析，项目区扰动土地整治率为99.7%；水土流失总治理度为99.2%；林草植被恢复率为99.1%；林草覆盖率为27.6%；施工产生的弃土弃渣大部分得到治理，拦渣率大于95%；水土流失已基本得到控制，土壤土流失控制比为1.67。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标										
项目名称	温州市瓯飞一期围垦工程（北片）									
建设规模	本工程包含北堤及东堤北段，共计 20.33km；北 1#闸、北 2#闸及通航孔，东 1#闸，水闸总净宽 168m；1#隔堤及 2#隔堤等。工程永久占地 548.14hm ² ，临时占地 10.97hm ² 。	建设单位、联系人	温州市瓯飞经济开发投资有限公司 周昌臣，18958788203							
		建设地点	温州市							
		所属流域	瓯江流域							
		工程总投资	272.93 亿元							
		工程总工期	2013 年 7 月开工，2019 年 6 月完工							
水土保持监测指标										
监测单位	浙江省水利水电勘测设计院			联系人及电话			张根源 13588468855			
自然地理类型	项目区涉及地貌类型以滨海平原为主。						防治标准	一级		
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	定位观测 调查、资料收集			2.防治责任范围监测			GPS 测量、调查、资料收集		
	3.水土保持措施情况监测	GPS 测量、调查、资料收集			4.防治措施效果监测			现场测量、查阅资料		
	5.水土流失危害监测	调查			水土流失背景值			300t/km ² a		
方案设计防治责任范围	712.94hm ²			土壤容许流失量			500t/km ² a			
防治措施	已实施的水土保持防治措施主要有海堤内侧坡面下方排水措施；工程管理区绿化覆土、排水措施；海堤背水坡绿化措施、工程管理区园林绿化，施工临时设施区排水沉沙措施及场地平整措施。									
水土保持投资	2449.01 万元			水土流失目标值			500t/km ² •a			
监测结论	防治效果	分类指标	目标值 (%)	达到值 (%)	实际监测数量					
		扰动土地整治率	97	99.7	防治措施面积	171.86 hm ²	永久建筑物及硬化面积	385.85 hm ²	扰动土地总面积	559.11 hm ²
		水土流失总治理度	97	99.2	防治责任范围面积	674.71hm ²	水土流失总面积		173.26hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.67	工程措施面积	17.49hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² a	
		林草覆盖率	27	27.6	植物措施面积	154.37hm ²	监测土壤流失情况		300t/km ² a	
		林草植被恢复率	99	99.1	可恢复林草植被面积	155.77hm ²	林草类植被面积		154.37hm ²	
		拦渣率	95	95	实际拦挡弃土（石、渣）量	0	总弃土（石、渣）量		0	
	水土保持治理达标评价	温州市瓯飞一期围垦工程（北片）水土保持措施基本达到了《水土保持工程质量评定规范》和国家相关标准，水土流失防治指标达到了工程水土保持方案设计的目标值。								
总体结论	基本达到防治目标									
主要建议	1、加强管理，保证水土流失防治措施的安全运行； 2、加强绿化养护措施，对绿化效果不理想的地段进行绿化补植养护。									

目 录

1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 项目建设概况.....	1
1.2 水土流失防治工作概况.....	4
1.3 监测工作实施概况.....	5
2 监测内容与方法	15
2.1 扰动土地情况.....	15
2.2 水土保持措施.....	15
2.3 水土流失情况.....	17
3 重点部位水土流失动态监测	18
3.1 防治责任范围监测.....	18
3.2 建设期扰动土地面积.....	19
3.3 取土（石、料）监测结果.....	19
3.4 弃土（石、渣）监测结果.....	20
4 水土流失防治措施监测结果	22
4.1 工程措施监测结果.....	22
4.2 植物措施监测结果.....	23
4.3 临时防护措施监测结果.....	23
4.4 水土保持措施防治效果.....	24
5 土壤流失情况监测	27
5.1 水土流失面积.....	27
5.2 土壤流失量.....	28
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量.....	30
5.4 水土流失危害.....	30
6 水土流失防治效果监测结果	31
6.1 扰动土地整治率.....	31

6.2 水土流失总治理度	31
6.3 拦渣率	32
6.4 土壤流失控制比	32
6.5 林草植被恢复率	33
6.6 林草覆盖率	33
7 结论.....	34
7.1 水土流失动态变化	34
7.2 水土保持措施评价	34
7.3 存在问题及建议	34
7.4 综合结论	34
照片.....	36

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目建设概况

1.1.1 地理位置

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）位于温州瓯飞滩高滩区域范围，地理位置为北纬 $27^{\circ}56'5''\sim 27^{\circ}40'48''$ ，东经 $120^{\circ}55'13''\sim 120^{\circ}41'6''$ 。南、北边界分别是瑞安市与龙湾边界及瓯江河口边界的外延线，东边大致平行龙湾二期堤线。

本工程包含北堤及东堤北段（桩号 $0+000\text{m}\sim 20+330\text{m}$ ），共计 20.33km 海堤；北1#闸、北2#闸及通航孔，东1#闸，水闸总净宽 168m ；1#隔堤（ 2379m ）及2#隔堤（ 3039m ）等。

1.1.2 项目组成及建设规模

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）主要由海堤、隔堤、水闸、工程管理区等部分组成。

1) 海堤

桩号 $0+000\text{m}\sim 4+300\text{m}$ 为北堤，西起点位于已建海滨围垦的北堤。新建北堤呈东西向布置，堤线基本与浅滩二期南堤堤线平行，河口处略有放大，与浅滩二期南堤堤线平均间距约 3.0km ，涂面高程 $0.00\text{m}\sim -3.00\text{m}$ ，长 4.30km （海堤转弯段长度计入东堤部分）。

桩号 $4+300\text{m}\sim 20+330\text{m}$ 为东堤北段，位于围区东侧，沿海涂涂面高程走势呈南北向布置，北侧与北堤连接过渡，南侧与南堤相接，涂面平均高程约 -3.0m ，瓯飞北片东堤北段长 16.03km 。

1#隔堤西起龙湾二期围涂工程2#施工道路，东至东堤桩号 $13+066\text{m}$ 处（3#景观平台中心线），总长 2379m 。

2#隔堤西起龙湾二期围涂工程南堤，东至东堤桩号 $20+234\text{m}$ 处（4#景观平台中心线），总长 3039m 。

2) 水闸

瓯飞北片包含北1#闸、北2#闸及通航孔、东1#闸，水闸总净宽 168m （含 16m

通航孔)。

北 1#闸、北 2#闸布置在北堤上，最大过闸流量 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ ，属于大型水闸，北 2#闸设有通航建筑物。东 1#闸布置在东堤上，最大过闸流量 $501\text{m}^3/\text{s}$ ，属于中型水闸。

3) 工程管理区

在温州空港新区天城围垦区块设置保障基地一处，占地面积 6.63hm^2 。管理区设置施工现场管理部门，工程完建后作为围区开发管理机构用房。

1.1.3 工程占地及土石方

工程实际征占地面积 559.11hm^2 ，其中永久占地 548.14hm^2 ，包括北堤、东堤、隔堤、水闸和管理区占地；施工临时占地 10.97hm^2 ，包括施工营地、拌合站、预制场、临时堆场等占地。

经统计，本工程共计开挖土方 22.90万m^3 ，为水闸开挖方，用于海堤闭气土填筑，填方 4034.96万m^3 ，包括闭气土方、抛石、块石填筑、碎石垫层等。本工程无弃方产生。

1.1.4 参建单位及工期

本工程于 2013 年 7 月开工建设，2019 年 6 月完工。

各参建单位详见表 1-3。

表1-3 工程参建单位一览

责任单位	单位名称	工作内容
建设单位	温州市瓯飞经济开发投资有限公司	工程建设管理
主体设计单位	浙江省水利水电勘测设计院	主体工程设计
水土保持方案编制单位	浙江省水利水电勘测设计院	水土保持方案编制
水土保持监测单位	浙江省水利水电勘测设计院	水土保持监测
施工单位	中交第三航务工程局有限公司	I 标
	浙江省围海建设集团股份有限公司	II 标
	浙江省第一水电建设集团股份有限公司	III 标
	浙江省正邦水电建设有限公司	IV 标
	浙江省水电建筑安装有限公司	V 标
监理单位	浙江水专工程建设监理有限公司	工程监理
检测单位	浙江省水利河口研究院	第三方检测
质监单位	浙江省水利水电工程质量与安全监督管理中心	工程质量监督

1.1.5 工程投资

工程概算总投资为272.93亿元,建设资金由温州市瓯飞经济开发投资有限公司出资解决。

1.1.6 自然条件

工程区及周边为低山丘陵、岛屿和滨海平原,出露地表的山脉和岛屿主要为雁荡山脉的东侧余脉。岛屿高程一般在 300m 以下。工程区所在地区海涂坡度较平缓,涂面高程一般在-4.0m~-1.0m 之间,由于受水流及潮流影响,河道底高程一般在-5.0m~-9.0m。

工程区地处亚热带湿润季风气候区,受季风气候的影响,四季分明,空气湿润,雨水丰沛。多年平均气温为 17.3℃,多年平均降雨量 1228mm,多年平均蒸发量 1538.3mm (E20)。平均风速 6.9m/s,主导风向 EN。台风期是本地区洪涝灾害主要发生期。

工程区在地质构造上属华夏褶皱系范围,受 NNE 向和 NNW 向两组断裂影响较

大，在现代的基本地貌单元上显示比较突出。本区区域构造稳定，地震动峰值加速度为 0.05g（相应地震基本烈度值为VI度），地震动反应谱特征周期为 0.65s。

工程区主要土壤类型为粗骨土、滨海盐土和水稻土。植被属中亚热带常绿阔叶林北部亚地带，工程沿海滩涂基本无植被分布。

1.1.7 水土流失及水土保持情况

根据全国土壤侵蚀类型区划，项目区属水力侵蚀为主类型区中的南方红壤区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，滩涂的土壤侵蚀模数背景值为 $0t/(km^2 a)$ ；其它区域以林地、耕地为主，平均土壤侵蚀模数背景值为 $300t/(km^2 a)$ 。

根据《全国水土保持规划(2015~2030年)》和《浙江省水利厅 浙江省发展和改革委员会关于公布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(公告〔2015〕2号)，本工程不涉及国家级和省级水土流失重点防治区和水土流失重点防治区。本工程不涉及崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区。

1.2 水土流失防治工作概况

1.2.1 建设单位水土保持管理

建设单位高度重视水土保持施工组织和管理工作的，建立健全组织机构，制定管理制度，成立环境保护和水土保持工作领导小组；制定相关规章制度，明确管理目标、组织机构和各参建方的工作职责；加强日常管理工作，认真贯彻水土保持方案批复意见的相关要求，落实水土保持“三同时”制度，确保工程水土保持管理工作的顺利开展。

在项目招投标文件中，包含有控制水土流失产生及后果处理的条款。在选择施工单位时，选择施工经验丰富，技术力量强的施工单位，工程建设中采用了先进的施工手段和合理的施工工序，减少水土流失量。

在施工合同中明确施工方水土流失防治责任，确保施工全过程中有效管理，并在合同中明确水土保持施工任务、投资等。

建设单位将水土保持方案设计的水土保持措施工程量及相应投资划分到施工标段，由施工单位负责各自施工范围内的水土流失防治工作。

1.2.2 水土保持方案编报情况

2011年9月，浙江省水利水电勘测设计院按可行性研究深度要求编制完成了《温州市瓯飞一期围垦工程水土保持方案报告书》（送审稿）。2011年10月14日，浙江省水利厅组织召开了该工程水土保持方案报告书（送审稿）审查会，形成专家组评审意见。2011年11月，浙江省水利水电勘测设计院完成《温州市瓯飞一期围垦工程水土保持方案报告书》（报批稿）。2011年11月23日，浙江省水利厅以浙水许〔2011〕98号文批复工程水土保持方案。

1.2.3 主体工程设计及施工过程中变更、备案情况

2011年5月19日，浙江省发展和改革委员会以“浙发改农经〔2011〕488号”文对温州市瓯飞一期围垦工程项目建议书进行了批复。浙江省水利水电勘测设计院于2011年9月编制完成《温州市瓯飞一期围垦工程可行性研究报告》（送审稿）。2012年9月29日，浙江省发展和改革委员会签发（浙发改农经〔2012〕1234号）“关于温州瓯飞一期围垦工程可行性研究报告的批复”。我院根据可研审查意见、可研联合会审会议纪要以及批复要求，以及咨询意见等，于2012年11月编制完成《温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告》（送审稿）。2012年11月15日~16日，浙江省发改委和省水利厅在杭州联合主持召开了《温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告》审查会。2013年1月30日，《温州市瓯飞一期围垦工程初步设计报告》获得浙江省发改委（浙发改设计〔2013〕12号文）“关于温州市瓯飞一期围垦工程初步设计的批复”。

本项目在后续施工过程中，工程地点规模等未变，没有重新办理立项手续，因制约因素瓯飞北片先行实施，因此本项目不涉及重大变更，也不涉及相关备案情况。

1.3 监测工作实施概况

1.3.1 监测委托时间

建设单位重视工程建设引起的水土流失的防治工作，2014年10月委托浙江省水利水电勘测设计院进行本工程的水土保持监测工作，负责调查工程建设期间水土流失情况和水土保持措施落实情况等工作。

1.3.2 监测时段

根据建设单位委托合同和工作要求，水土保持监测时段从2014年10月开始。由于

瓯飞北片专供料场霓屿料场开采许可证尚未到期，经温州市人民政府专题会议研究同意其继续向其他工程供料，暂时无法封闭，霓屿料场将继续进行水土保持监测，故不将其列入本次温州市瓯飞一期围垦工程（北片）水土保持验收范围中。

2014年10月进场后，对整个建设施工区进行一次全面调查，同时对工程进展情况、施工现场扰动情况、水土保持措施实施情况等总结、分析；为开展监测准备工作，根据编写的水土保持监测实施方案布设监测点位。

工程地面观测频率为：施工期雨季每月一次，大雨或暴雨后加测1次（雨量大于50mm/d），非雨季每2月1次；植被恢复期主要对水土保持措施实施效果进行调查监测，频率为4次/年。

自2014年10月至2019年6月，累计开展现场监测57次；调查监测以不定期巡查为主。

1.3.3 监测成果报送及工作进度

根据签订的技术服务合同要求及时开展野外调查和资料分析等前期准备，2014年10月省水电院组织编写了《温州市瓯飞一期围垦工程水土保持监测实施方案》，并以监测实施方案为监测工作的主要依据，成立了监测组，配备了相应的监测设备，并对监测技术人员开展了技术培训，制定了监测工作制度和技术把关程序，为统一技术方法、规范化地开展监测奠定了基础。

在监测期间，定期或不定期对水土保持监测设施进行量测、取样及分析、记录，对设置的监测设施进行维护、整修，同时对工程沿线的防护工程、排水工程、临时性防护拦挡及绿化等水土保持措施的数量及效果进行调查监测，以及对上一阶段监测报告中提出的水土保持工程存在问题整改情况进行调查。同时开展阶段成果整理工作，完成主要监测数据的整编和阶段性水土流失分析，每一季度编制监测季度报告并上报各级水行政主管部门及建设单位。

主体工程已于2018年6月基本完工，至2019年6月植被恢复期，工程主体设计及水土保持方案设计的各项水土保持工程均已发挥了作用，植被措施也产生了良好的效果，临时占地等已基本恢复。

本工程水土保持监测成果主要包括监测实施方案 1 份、监测首次报告 1 份、监测季报 19 份，均已上报了建设单位及相关水行政单位。

2020 年 4 月，省水电院结合相关工程建设资料，分析汇总大量监测数据，编制完成了《温州市瓯飞一期围垦工程（北片）水土保持监测总结报告》。

1.3.4 监测项目部设置及人员组成

水土保持监测工作由省水电院承担。

项目组成员由具有丰富工作经验的专业人员组成，并按省水电院三标管理体系程序，成品经各级校审人员审核。由张博高级工程师任项目负责人。

项目组主要人员情况详见表 1-4。

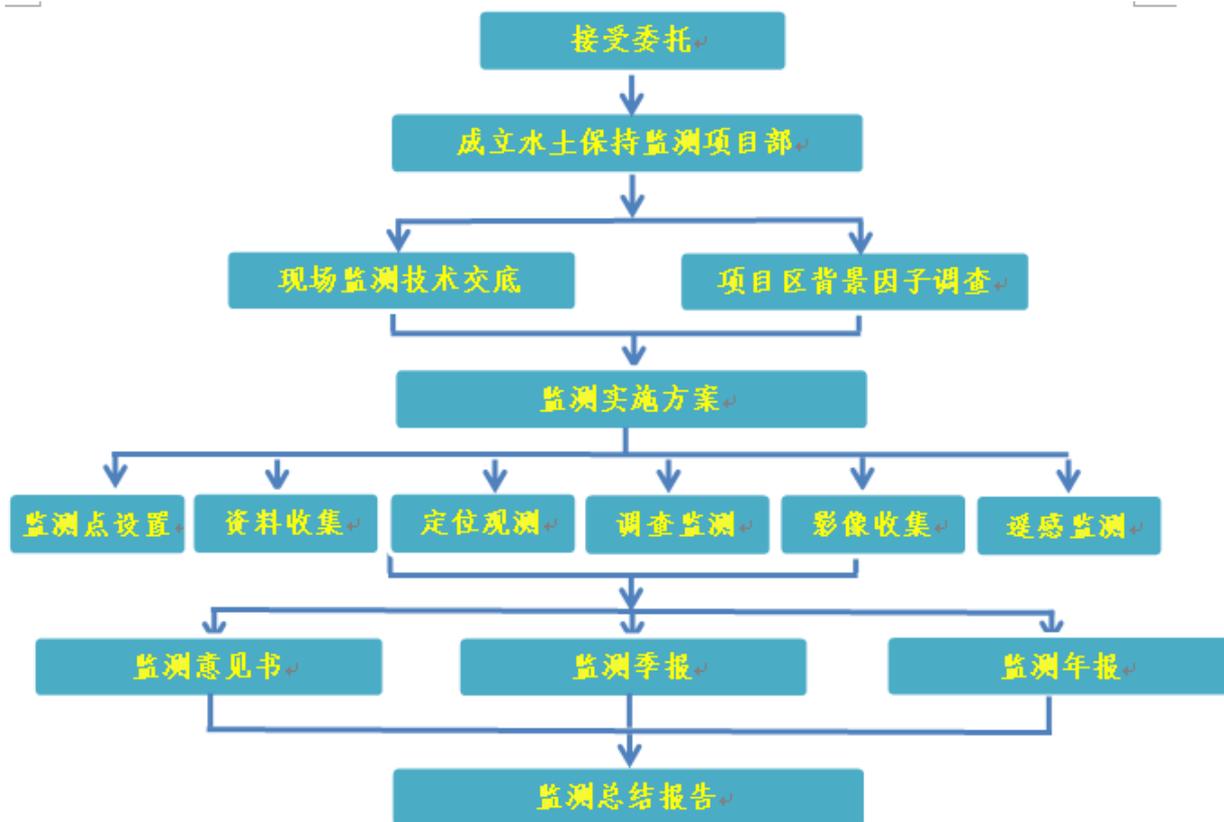
表 1-4 项目组主要人员情况

名称	姓名	职务/职称	拟承担的工作
项目负责人	张博	高级工程师	项目负责人 现场监测
主要参加人员	彭庆卫	环保院院长 高级工程师	核定
	徐小燕	教授级高级工程师	审查
	张根源	高级工程师	现场监测 校核
	宋立旺	高级工程师	现场监测 报告编写
	郝咪娜	高级工程师	现场监测 报告编写
	戚德辉	助理工程师	现场监测 报告编写

1.3.5 监测实施方案执行情况

监测过程中严格执行监测实施方案设计技术路线，监测布局和监测内容与方法。具体情况为：

1) 技术路线



2) 监测布局

按照监测实施方案，根据监测要求和该项目水土流失防治特点，依照土壤侵蚀分布特点及野外巡查，对侵蚀地貌类型变化程度较大、实际施工特点设置监测点实行重点监测。

(1) 重点监测区域

依据水土保持方案水土流失影响因素分析及预测结果的综合评价，本项目水土保持监测的重点区域为海堤、水闸及施工场地等。

(2) 监测内容

根据水土保持监测实施方案，该工程实际监测过程中基本按照实施方案执行。监测内容主要包括：工程建设扰动土地面积、水土流失灾害隐患、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果等，监测的重点是扰动土地及植被占压情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施状况等。具体包括以下几个方面：

①水土流失影响因子：

主要包括项目所在地区降雨、径流、含沙量、地形地貌、地面组成物质及结构、

植被类型及覆盖率。其中降雨情况的监测主要包括项目区最大 24h 降雨量、最大 1h 降雨量、最大 30min 降雨量等。

②水土流失量的监测：

重点监测海堤、水闸及施工场地的水土流失状况。

③扰动地表面积、毁损水土保持设施和造成水土流失面积的监测：

对该项目建设过程中和运行过程中扰动地表面积、毁损水土保持设施数量以及造成水土流失面积进行监测。

④土石方量以及水土流失量的监测：

重点监测项目区土石方开挖和回填数量和临时堆存土石方量，不同时期土壤侵蚀模数和水土流失量监测以及对比分析。

⑤水土保持措施数量及质量监测：

重点监测水土保持工程措施面积、植物措施面积、植物措施成活率，项目区永久建筑物面积以及植被覆盖率、林草覆盖率等。

⑥水土流失危害监测

水土流失危害监测主要包括：下游泥沙淤积、洪涝灾害、植被及生态环境、地下水的变化、对项目区及周边地区经济和社会发展的影响等方面。

⑦水土保持防治效果的监测

主要包括各类水土保持工程的数量、质量，林草成活率、保存率、生长情况以及覆盖率，工程措施的稳定性、完好程度以及运行情况，各类防治措施在控制水土流失、改善生态环境等方面的作用。本项目水土保持防治效果监测的重点是工程措施、植物措施、土地整治措施等对控制水土流失、改善生态环境等方面的作用。

(3) 监测方法

实际监测工作中，严格按照水土保持监测实施方案确定的监测方法进行监测。通过设立固定观测场、调查观测点、利用原有沉砂池等方法，获取本工程项目区的各项监测因子。

1.3.6 监测点布设

根据各监测地段土壤侵蚀类型和地形地貌的不同，在总结现状调查和分析勘测资料的基础上，沿线监测重点地段均采用地面观测法，同时对沿线进行调查监测。监测点位详见表 1-5。其余区域采用定期现场巡查的方式进行监测。

表 1-5 水土保持监测点位表

编号	监测点位	侵蚀单元	监测方法
1#	北堤	填筑边坡	侵蚀沟量测、测钎法
2#	东堤	填筑边坡	侵蚀沟量测、测钎法
3#	北堤施工场地	施工场地	堆体体积法
4#	东堤施工场地	施工场地	堆体体积法
5#	施工项目部	绿化区	现场调查、巡查

1.3.7 监测设施设备

1) 监测设施

(1) 简易水土流失观测场法

包括钢钎、排水沟渠、沉砂池等。

应根据区域降雨特征（尤其是典型场降雨特征）、下垫面特征及其径流系数、产输沙模数等进行量水、量沙设施的设计。

(2) 坡面细沟水土流失监测法

包括测验坡面（要求坡面完整、相对平整、无施工扰动或扰动少、可保留时间较长，面积一般 5-20m²，小于 100m²）、标志牌或标志杆等。根据施工类型区及扰动面坡面特征灵活掌握坡面尺寸，并选择典型坡度。

(3) 堆积体积法

根据施工类型或堆积体积大小进行监测点布设，无人为设置监测设施，一般采用量测或全站仪法监测。

2) 监测设备

每个固定监测点配备以下监测设备：

- (1) 气象监测设备，包括雨量筒等；
- (2) 径流、泥沙采集与分析设备，包括水样、泥样采集仪、流速仪、土壤水分快速测验设备、1/1000 电子分析天平、恒温式烘箱、环刀、铝盒以及玻璃器皿等；
- (3) 量测设备，包括皮尺或钢卷尺、全站仪、测量仪器等；
- (4) 现场监测设备，包括 GPS、数码相机或摄像机、测距仪、监测车辆、无人机等；
- (5) 其它设备。

1.3.8 监测技术方法

1) 监测方法的选择

根据《生产建设项目水土保持监测规程》，结合项目特点，主要采取的监测方法有定位监测、调查监测等。

- (1) 水土流失因子采用实地勘测法、抽样调查和文献、设计资料分析法；
- (2) 水土流失状况采用跟踪调查法、定位观测法、抽样调查法；
- (3) 水土保持措施主要是跟踪监测，调阅施工和监理材料，抽样调查等方式；
- (4) 水土流失危害主要采取典型调查的方法。

同时，结合项目区的地形地貌特点，对重点地段、重点对象采用定位观测法进行监测；对主要水土流失因子、区段水土保持防治效益和基本状况主要采取调查巡视监测方法获取数据。

2) 地面定位监测

(1) 坡面细沟水土流失监测法

在边坡土质开挖面、临时堆土等坡面的水土流失量的测定采用坡面细沟水土流失监测法。在选定的坡面，量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质、容重等，并记录造成侵蚀沟的每次降雨。在每次降雨或多次降雨后，量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量，并通过沟蚀占水蚀的比例（50%-70%），计算水土流失量。

(2) 堆积体积法

在开挖和填筑边坡坡脚等监测区域的水流出口沟洼处，水土流失会形成堆积体，

量算堆积体体积，推算水土流失量。

(3) 测桩（钎）法

所选的固定观测点均布设矩形监测样区和对照样区，样区大小根据实际情况确定，监测设施为钢钎。每次观测以毫米量度测算钢钎顶部距离地面的相对的刻度变化，测算该区水土流失厚度，测定分析土壤质地、容重，观察植被类型、植被覆盖度变化情况。同时，观测或收集气象资料等数据。

同时，收集气象站的平均起沙风速、大风日数、频次等。土壤含水率采用烘干称重法，土壤容重采用环刀法，与风蚀量观测同步进行。风蚀侵蚀模数按以下公式计算。

$$M_s = 1000D_s r$$

其中： M_s ---风蚀模数， $t/km^2 a$ ； D_s ---年平均侵蚀厚度， mm/a ； r ---土壤容重， g/cm^3

3) 调查监测

对主要水土流失因子、水土保持防治效益和基本状况采用调查监测的方法获得数据。主要采用实地勘测、线路调查、抽样调查和典型调查等方法，结合本项目的水土保持方案、相关设计文件对监测地域的地形、地貌、坡度、水系的变化、土壤、植被土地利用、工程扰动、防护工程建设等各方面情况，进行全面调查和相应的量测，获取主要的水土流失因子变化和水土保持防治效益的数据。同时，查阅设计文件和在建设单位的协助下，获取施工过程中有关土石方挖填量及弃土弃渣量，进行实地调查，以评估工程施工引起的水土流失及其影响。

(1) 项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积

采用查阅设计文件资料，结合实地情况调查、地形测量分析，进行对比核实，计算项目挖方、填方数量及面积和各施工阶段产生的弃土、弃石、弃渣量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度等采用地形测量法。

(2) 项目区林草覆盖度

采用抽样统计和调查、测量等方法，并结合 GIS 和 GPS 技术的应用进行监测，选

择有代表性的地块，分别确定调查样方，并进行观测和计算。

项目区林草覆盖度利用高精度 GPS 定位，结合 GIS 分析技术，采用抽样调查和测量等方法进行监测。即选择有代表性的地块，确定调查地样方，先现场量测、计算郁闭度（或盖度），再计算出场地的林草覆盖度。具体方法为：

①林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 20m × 20m 的标准地，用皮尺将标准地划分为 5m × 5m 的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

②灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

③草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m × 2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（φ=2mm）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

④林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为：

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{F_e}$$

式中：D---林地的郁闭度（或草地的盖度），%； F_e ---样方面积， m^2 ； F_i ---样方内树冠（或草冠）的垂直投影面积， m^2 。

⑤项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度（C）计算公式为：

$$C = \frac{f}{F}$$

式中：C---林木（或灌草）植被的覆盖度，%；F---类型区总面积， km^2 ；f---类型

区内林地（或灌草地）的垂直投影面积， km^2 。

样方规格灌木林为 $10\text{m}\times 10\text{m}$ ，草地为 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。

4) 遥感监测

监测区域的土壤侵蚀背景数据及施工前后扰动、治理效果等，主要通过遥感调查与典型调查相结合的途径获得。以无人机航拍、卫星遥感影像照片为数据源，按照《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）规定，对监测区域进行外业调查，建立遥感解译标志，通过解译，获得监测区域在施工前后各种土地利用类型、土壤侵蚀类型和侵蚀强度的分布、面积和空间特征数据。

1.3.9 水土保持监测意见及落实情况

在主体工程建设过程中，我院根据施工过程中存在的问题及时提出监测意见，主要有：①施工过程中及时落实临时防护排水等措施，加强施工过程中的水土保持管理；②施工场地使用完毕后及时拆除并恢复原状；③及时落实工程区绿化措施，降低土壤流失强度。并在监测季报中以纸质材料反馈给建设单位。

在建设单位高度重视和积极配合下，监测意见中的工程、植物等措施基本上得以落实。

1.3.10 重大水土流失危害事件处理情况

根据监测成果以及相关资料显示，工程施工期间，并未发生重大水土流失事件。

2 监测内容与方法

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）水土保持监测内容主要包括水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施效益三大类。在不同水土流失监测分区间均有所差异。具体可划分为水土流失防治责任范围动态监测、地表扰动面积监测、临时防护措施监测、植被恢复监测、工程措施监测和水土流失动态监测共七项。

2.1 扰动土地情况

建设项目的防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设前已经确定。因此水土流失防治责任范围动态监测包括所有永久占地、临时占地和直接影响区的面积的动态监测。扰动面积监测，主要监测工程永久占地和临时占地扰动地表面积的变化。监测内容与监测方法如下表所示 2-1。

表 2-1 扰动土地监测内容与监测方法

序号	监测内容	监测方法
1	扰动范围	资料分析、实地测量、遥感监测
2	扰动面积	资料分析、实地测量、遥感监测
3	土地利用类型	资料分析、实地测量、遥感监测

2.2 水土保持措施

2.2.1 工程措施

工程采取的水土保持工程措施主要有海堤背水坡排水、管理区覆土排水、施工场地土地平整等，监测内容主要有各工程措施的措施类型、进度、位置、稳定性、完好程度、运行情况和措施的效果等。工程措施监测内容与监测方法详见表 2-2。

表 2-2 工程措施监测内容与监测方法

序号	监测内容	监测方法
1	措施类型	资料分析、实地测量
2	开工时间	收集资料
3	完工时间	收集资料
4	位置	资料分析、实地测量、遥感监测
5	规格	资料分析、实地测量、遥感监测
6	尺寸	资料分析、实地测量、遥感监测
7	数量	资料分析、实地测量、遥感监测
8	防治效果	资料分析、实地测量
9	运行情况	资料分析、实地测量

2.2.2 植物措施

工程采取的水土保持植物措施主要有海堤背水坡绿化、管理区绿化等。主要监测林草覆盖度、郁闭度、防治效果、生长情况等。监测内容、监测方法详见表 2-3。

表 2-3 植物措施监测内容与监测方法

序号	监测内容	监测方法
1	措施类型	资料分析、样方法、实地测量
2	开工时间	资料分析
3	完工时间	资料分析
4	位置	资料分析、遥感监测
5	数量	资料分析、样方法、实地测量、遥感监测
6	林草成活率	资料分析、样方法、实地测量、遥感监测
7	保存率	资料分析、样方法、实地测量、遥感监测
8	生长情况	资料分析、样方法、实地测量、遥感监测
9	覆盖度	资料分析、样方法、实地测量、遥感监测

2.2.3 临时措施

主要监测临时防护措施实施进度、数量和质量、防治效果、运行情况等，临时防护措施的监测内容、监测方法详见表 2-4。

表 2-4 临时措施监测内容与监测方法

序号	监测内容	监测方法
1	措施类型	资料分析、现场量测
2	开工时间	资料分析
3	完工时间	资料分析
4	位置	收集资料、实地测量、遥感监测
5	规格	资料分析、实地测量、遥感监测
6	尺寸	资料分析、实地测量、遥感监测
7	数量	资料分析、实地测量、遥感监测
8	防治效果	资料分析、实地测量
9	运行情况	资料分析、实地测量

2.3 水土流失情况

针对不同地形地貌、地表扰动类型的流失特点，分别采用插钎法、侵蚀沟样方测量法进行多点位、多频次监测，经综合分析得出不同扰动类型的侵蚀程度；依据观测数据，运用数理统计方法，结合调查，分析计算工程建设过程中和试运行期的水土流失面积、分布、土壤流失量和水土流失强度变化情况，评价对下游和周边地区生态环境的影响，以及造成的危害情况等。水土流失量监测内容、监测方法详见 2-5。

表 2-5 水土流失量监测内容与监测方法

序号	监测内容	监测方法
1	水土流失面积	获取资料分析计算
2	土壤流失量	定位观测、调查监测、项目类比
3	水土流失危害	实地测量、资料分析、遥感监测

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据批复的水土保持方案报告书，水土流失防治责任范围分项目建设区和直接影响区两大部分，共计 712.94hm²，其中项目建设区 596.21hm²，直接影响区 116.73hm²。

3.1.2 防治责任范围监测结果

1) 实际扰动和影响范围

根据工程实际征占地情况，工程建设实际扰动和影响范围为 674.71hm²，其中项目建设区 559.11hm²，直接影响区 115.60hm²。

2) 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际扰动和影响范围面积 693.11hm²，较批复的水土流失防治责任范围 731.34hm²减少 38.23hm²，其主要原因如下：

(1) 海堤

本工程水保方案在可行性研究阶段编制，东堤基本沿-4m 等深线位置布置，施工图设计中东堤基本沿-3m 等高线布置，北堤与两处隔堤长度均减小，故海堤实际占地较方案设计减少了 13.90hm²。

(2) 管理区

可研阶段估列工程管理区 2 处，面积 0.4hm²。工程实际在位于温州空港新区天城围垦区块设置保障基地一处，用于瓯飞围垦一期工程管理，面积 6.63hm²，实际占地较方案设计增加了 5.83hm²。

(3) 施工临时设施区

可研阶段施工临时设施区计划布置在丁山二期围区和海滨围垦区，占地面积 40.00hm²，实际施工单位项目部位于瓯飞保障基地管理区内，部分拌合站、预制场、临时堆场布置在海堤占地内，均位于永久占地中，实际施工临时设施区占地面积 10.97hm²，较方案设计减少了 29.03hm²。

(4) 直接影响区

由于工程施工时严格控制施工占地范围，采取措施尽可能减少对周边环境的影响，其施工区周边直接影响区大部分没有发生，实际施工产生的影响范围主要为海堤外侧50m区域，减少了1.13hm²。

工程水土流失防治责任范围变化情况详见表3-1。

表 3-1 防治责任范围监测表 单位：hm²

序号	分区	防治责任范围								
		方案设计			实际发生			增减情况		
		小计	项目建 设区	直接影 响区	小计	项目建 设区	直接影 响区	小计	项目建 设区	直接影 响区
1	海堤	672.14	555.41	116.73	657.11	541.51	115.60	-15.03	-13.90	-1.13
2	管理区	0.80	0.80	0	6.63	6.63	0	5.83	5.83	0
3	海堤施工临时设施区	40.00	40.00	0	10.97	10.97	0	-29.03	-29.03	0
	合计	712.94	596.21	116.73	674.71	559.11	115.60	-38.23	-37.10	-1.13

3.2 建设期扰动土地面积

工程建设期历年扰动土地动态监测结果见表3-2。

表 3-2 工程建设期历年扰动土地动态监测 单位：hm²

扰动区域	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
海堤	86.42	152.60	274.33	365.08	483.22	541.51	541.51
管理区	1.49	3.75	5.31	6.63	6.63	6.63	6.63
海堤施工临时设施区	3.74	6.03	8.97	10.97	10.97	10.97	10.97
合计	91.65	162.38	288.61	382.68	500.82	559.11	559.11

3.3 取土（石、料）监测结果

3.3.1 设计取土（石、料）情况

根据批复的水土保持方案，工程所需填筑料取自霓屿料场。

3.3.2 取土（石、料）监测结果

根据监测结果，工程回填石方全部来自霓屿料场。

3.4 弃土（石、渣）监测结果

3.4.1 设计弃土（石、渣）情况

根据批复的温州市瓯飞一期围垦工程水土保持方案，工程土石方开挖共计 37.9 万 m^3 ，其中土方 37.9 万 m^3 ；填方共计 9341.2 万 m^3 ，其中利用工程自身 37.9 万 m^3 （土方 37.9 万 m^3 ），借方 9303.3 万 m^3 （表土 6.2 万 m^3 、闭气土方 3029 万 m^3 、石料场开采加工后的石方 6268.1 万 m^3 ）；无弃方。

3.4.2 实际弃土（石、渣）情况

经统计，温州市瓯飞一期围垦工程（北片）共计开挖土方 22.90 万 m^3 ，为水闸开挖方，用于海堤闭气土填筑，填方 4034.96 万 m^3 ，包括闭气土方、抛石、块石填筑、碎石垫层等。本工程无弃方产生。

3.5 土石方变化情况监测结果

原水保方案中扣除南片及料场之后的土石方量与北片相比，由于海堤长度减小，土石方填筑总量减少；部分水闸采用钢板桩围堰，其土石方开挖回填量也有所减少；管理区面积增加，回填量增大。

工程土石方设计与实际变化情况见表 3-3。

表 3-3 土石方平衡变化 单位：万 m^3 （自然方）

序号	分区	方案设计			监测结果			增减情况		
		开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
1	海堤	26.63	4739.28	0	22.90	4008.03	0	-3.73	-731.25	0
2	管理区	0	3.30	0	0	14.38	0	0	+11.08	0
3	施工临时设施	0	10.00	0	0	12.55	0	0	+2.55	0
9	合计	26.63	4752.58	0	22.90	4034.96	0	-3.73	-717.62	0

3.6 其他重点部位监测结果

本项目水土保持监测的重点是施工期的土石填筑以及施工后期的土地整治等，重点监测区为海堤、水闸及施工场地。

监测单位在监测实施过程中，主要对扰动土地面积、土石方量、水土流失因子、水土流失量、水土流失危害以及水土保持设施建设情况和水土流失防治效果等内容进行监测。根据工程建设扰动区域的土壤侵蚀情况和工程建设特点，本着全面调查与重点部位定位观测相结合、全过程监测与重点时段观测相结合、成果借鉴与类比分析相结合、水土流失监测与防治效果监测相结合的原则，对重点区域的地面观测采取简易水土流失观测场和简易坡面量测法两种监测方法，调查监测采取普查调查、典型调查与抽样调查三种方法，对工程水土流失区域的土壤流失和水土流失治理进行了全面监测。

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 水土保持方案工程措施设计情况

批复方案设计的水土保持工程措施主要包括海堤背水坡排水、工程管理区覆土、排水措施等，详见表 4-1。

表 4-1 方案设计工程措施工程量

实施区域	措施名称		单位	工程量
主体工程区	回覆表土		m ³	2000
	海堤背水坡排水沟	砼灌砌块石	m ³	6685
	管理区排水沟	土方开挖	m ³	350
		砼	m ³	270
施工临时设施区	表土回覆		万 m ³	6.00

4.1.2 工程措施实施情况

1) 主体工程区

海堤、水闸在施工结束后，大部分被砌石护面、路面等结构覆盖，无水土流失；海堤背水侧断面，主体工程在闭气土方边坡下部设 D50 砼预制 U 型排水沟，可有效减少越堤海水和堤顶汇水对闭气土填筑边坡的冲刷，共浇筑砼 3750m³。

工程管理区园林绿化共计覆土 1.65 万 m³。排水沟土方开挖 1250m³，混凝土 860m³。

2) 施工临时设施区

施工临时设施区设置在围区内，由吹填土形成，表面无表土形成，施工结束后拆除临时建筑，只需对围区场地进行平整后恢复原状即可，无需回覆表土。场地平整 10.97hm²。

4.1.3 工程措施监测结果

工程措施监测结果详见表 4-2。

表 4-2 工程措施监测结果

实施区域	措施名称		单位	工程量
主体工程区	回覆表土		m ³	16500
	海堤背水坡排水沟	砼	m ³	3750
	管理区排水沟	土方开挖	m ³	1250
		砼	m ³	860
施工临时设施区	场地平整		hm ²	10.97

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水土保持方案植物措施设计情况

批复方案设计的水土保持植物措施主要包括海堤背水坡撒播草籽和管理区绿化，详见表 4-3。

表 4-3 方案设计植物措施工程量

防治分区	措施名称		单位	工程量
主体工程区	海堤背水坡绿化	撒播草籽	hm ²	157.09
	管理区绿化	园林绿化	m ²	2400

4.2.2 植物措施实施情况

工程实际完成的植物措施以海堤背水坡撒播草籽和管理区绿化为主，撒播草籽面积 148.61 hm²，管理区绿化 13564 m²。海堤多处新增了景观平台园林式绿化，面积 4.40 hm²。

4.2.3 植物措施监测结果

工程植物措施监测结果见表 4-4。

表 4-4 植物措施监测结果

防治分区	措施名称		单位	工程量
主体工程区	海堤背水坡绿化	撒播草籽	hm ²	148.61
		观景平台绿化	hm ²	4.40
	管理区绿化	园林绿化	m ²	13564

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 水土保持方案临时防护措施设计情况

工程临时措施主要为施工临时设施区的临时排水沉砂措施,临时措施具体工程量见表 4-5。

表 4-5 方案设计临时防护工程量

防治分区	措施名称		单位	工程量
施工临时设施区	排水沟	开挖土方	m ³	2144
	沉沙池	开挖土方	m ³	65

4.3.2 临时防护措施实施情况

1) 主体工程区

由于水闸基础处理方式由预制管桩改为混凝土钻孔灌注桩,所以临时措施增加了钻渣泥浆沉淀池,数量 32 个。

2) 施工临时设施区

为防止施工期施工场地造成水土流失,各施工单位重视临时排水沉砂措施布设,临时排水沟、沉沙池较水保方案设计数量均有所增加。

4.3.3 临时防护措施监测情况

临时防护措施监测结果见表 4-6。

表 4-6 临时措施监测结果

防治分区	措施名称		单位	工程量
主体工程区	钻渣泥浆沉淀池		个	32
施工临时设施区	排水沟	开挖土方	m ³	3536
	沉沙池	开挖土方	m ³	220

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施汇总实施情况

根据监测结果，工程实际实施的水土保持措施以及与方案相比的变化情况见表4-7。

表 4-7 水土流失防治措施工程量汇总

分区	防治措施类型	措施名称		单位	方案设计	实际完成	增减(+/-)
主体工程区	工程措施	回覆表土		m ³	2000	16500	+14500
		海堤背水坡排水沟	砼	m ³	6685	3750	-2935
		管理区排水沟	土方开挖	m ³	350	1250	+900
			砼	m ³	270	860	+590
	植物措施	海堤背水坡绿化	撒播草籽	hm ²	157.09	148.61	-8.48
			观景平台绿化	hm ²	0	4.40	+4.40
		管理区绿化	园林绿化	m ²	2400	13564	+11164
	临时措施	钻渣泥浆沉淀池		个	0	32	+32
施工临时设施区	工程措施	场地平整		hm ²	0	10.97	+10.97
		表土回覆		万m ³	6.00	0	-6.00
	临时措施	排水沟	开挖土方	m ³	2144	3536	+1392
		沉沙池	开挖土方	m ³	65	220	+155

4.4.2 水土保持措施防治效果

在工程建设中，建设单位基本按照批复的水土保持方案实施相应的水土保持工程。各项水土保持工程实施至今，经现场调查，防护措施有效地控制了项目建设区的水土流失，恢复和改善了项目区的生态环境。

在运行初期防护工程效果体现明显，水土流失基本得到治理，水土保持功能得到体现，沿线植被逐步得到恢复，未出现明显的水土流失现象，总体运行情况较好，总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用。

1) 工程措施防治效果

监测与调查表明：工程措施中混凝土工程表面平整，外观结构和缝宽符合要求，

无裂缝、脱皮现象；施工现场已清理平整，恢复了原貌，外观整齐，与周围景观基本协调。

2) 植物措施防治效果

据监测与抽样调查，自然植被恢复良好，苗木及草皮成活率较高，总体植被覆盖良好，与周围景观基本协调，既增加了地表植被盖度，有效地控制了风蚀发生，水土保持措施防护作用显著。

3) 临时措施防治效果

临时防护措施主要为钻渣泥浆防护和临时排水沉沙，根据监测结果，本工程钻渣泥浆、临时排水防护到位，没有产生明显的水土流失，防护效果明显。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 时段划分

根据本工程的施工特点和水土流失程度的差异,结合方案设计各分项工程监测时段划分如下:

施工准备期主要进行三通一平等工作,时间 2013 年 7 月至 2013 年 9 月,共计 3 个月;施工期时间 2013 年 10 月至 2019 年 6 月,共计 63 个月;试运行期 2019 年 7 月至 2020 年 3 月,共计 9 个月。

5.1.2 各时段水土流失面积

1) 施工准备期

施工准备期主要进行三通一平等工作,扰动面积主要为道路、施工生产生活区,详见表 5-1。

表 5-1 施工准备期扰动面积统计 单位: hm^2

监测分区	扰动面积	备注
海堤	42.37	海堤、水闸
管理区	0.77	管理区
海堤施工临时设施区	1.85	海堤施工临时设施区
合计	44.99	-

2) 施工期

施工期各分区扰动面积见表 5-2。

表 5-2 施工期扰动面积统计 单位: hm^2

监测分区	扰动面积	备注
海堤	541.51	海堤、水闸
管理区	6.63	管理区
海堤施工临时设施区	10.97	海堤施工临时设施区
合计	559.11	-

3) 试运行期

试运行期各分区扰动面积见表 5-3。

表 5-3 试运行期扰动面积统计 单位: hm^2

监测分区	扰动面积	备注
海堤	541.51	海堤、水闸
管理区	6.63	管理区
海堤施工临时设施区	10.97	海堤施工临时设施区
合计	559.11	-

5.2 土壤流失量

5.2.1 土壤侵蚀模数估测

本工程开展监测前的土壤侵蚀模数通过询问调查、查阅工程资料、同类项目类比等方式估算。监测开始后,项目组通过采取查阅资料、现场测量等方法,根据工程占地情况,考虑地表物质组成,坡度、坡长,现场施工扰动地貌情况及施工中产生的水土流失等实际情况,获得项目施工区的水土流失现状、工程扰动地表情况、水土保持设施实施情况,在主要土壤侵蚀区域如施工场地、水闸施工区等处设置了监测点,通过简易坡面量测法、简易观测小区法等估测工程各施工阶段的平均土壤侵蚀模数。其他场地的土壤侵蚀模数通过对比各类坡面的组成、坡长、坡度和施工方式等经估算得出。

1) 施工准备期

施工准备期主要为工程区的三通一平工作,涉及扰动区域主要为海堤、管理区和施工临时设施区,此阶段是施工临时设施区水土流失最为严重、侵蚀最剧烈的时段,施工准备期的土壤侵蚀模数见表 5-4。

表 5-4 施工准备期土壤侵蚀模数统计 单位: hm^2

序号	监测分区	监测方法	土壤	平均侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$
1	海堤	调查监测	海域	0
2	管理区	调查监测	滨海盐土	3000
3	海堤施工临时设施区	调查监测	滨海盐土	6000

2) 施工期

施工期各防治分区的土壤侵蚀模数见表 5-5。

表 5-5 施工期土壤侵蚀模数统计 单位: hm^2

序号	监测分区	监测方法	土壤	平均侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$
1	海堤	定位监测、调查监测	土石混合物	5550
2	管理区	定位监测、调查监测	滨海盐土	5382
3	海堤施工临时设施区	定位监测、调查监测	滨海盐土	4317

3) 试运行期

试运行期各防治分区的土壤侵蚀模数见表 5-6。

表 5-6 试运行期土壤侵蚀模数统计 单位: hm^2

序号	监测分区	监测方法	土壤	平均侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$
1	海堤	定位监测、调查监测	土石混合物	300
2	管理区	定位监测、调查监测	滨海盐土	500
3	海堤施工临时设施区	定位监测、调查监测	滨海盐土	500

5.2.2 土壤流失量监测结果

土壤流失量按以下公式计算:

$$\text{流失量} = \sum \text{侵蚀单元面积} \times \text{侵蚀强度} \times \text{侵蚀时间}$$

工程土壤流失量见表 5-7。

表 5-7 工程土壤流失量统计

序号	监测时段	监测分区	监测方法	扰动面积 (hm ²)	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² a)	周期 (a)	土壤流失量 (t)
1	施工准备期	海堤	调查监测	42.37	0	0.25	0
2		管理区	调查监测	0.77	3000	0.25	6
3		海堤施工临时设施区	调查监测	1.85	6000	0.25	28
小计			44.99			34	
1	施工期	海堤	定位监测、调查监测	541.51	5550	5.25	157782
2		管理区	定位监测、调查监测	6.63	5382	5.25	1873
3		海堤施工临时设施区	定位监测、调查监测	10.97	4317	5.25	2486
小计			559.11			162142	
1	试运行期	海堤	定位监测、调查监测	541.51	300	0.75	1218
2		管理区	定位监测、调查监测	6.63	500	0.75	25
3		海堤施工临时设施区	定位监测、调查监测	10.97	500	0.75	41
小计			559.11			1284	
合计				559.11			163460

注：施工期土壤侵蚀时间按照不同扰动区域平均施工时间估算。

据表 5-7，工程共造成土壤流失 16.35 万 t，其中施工期产生土壤流失 16.21 万 t，占总土壤流失量的 99%。

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在的土壤流失量

本工程的取料场霓屿料场不列入本次验收范围内，工程没有设置弃渣场，水闸施工产生的钻渣泥浆设沉淀池沉淀，沉淀后就地填埋，没有产生明显的水土流失。

5.4 水土流失危害

工程建设过程中，建设管理单位重视水土保持工作，能够按照水土保持法律、法规的规定，委托了工程水土保持监测工作；各参建单位能基本按批复的水土保持方案要求，落实水土保持措施，施工时能合理安排施工季节，优化施工工艺和流程，严格控制施工扰动面，减少了工程施工对周边环境的破坏，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失，未造成水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

温州市瓯飞一期围垦工程（北片）扰动土地总面积 559.11hm²。实施的水土保持措施有土地整治工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程。措施类型分为三大类，其中工程措施有海堤排水、管理区覆土、排水措施等；植被建设工程为海堤背水坡绿化、管理区绿化等；临时措施有临时排水沉沙等。通过实施各类防护措施，项目区扰动土地得到整治，水土流失获得显著治理，林草植被建设效果较好，水土保持设施运行良好，保护和改善生态环境效果明显。工程水土流失防治目标达标情况如下：

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率是指项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比。扰动土地是指开发建设项目在生产建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地面积。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积，包括永久建筑物面积。其计算公式如下：

$$\text{扰动土地整治率}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积} + \text{永久建筑物占地面积}}{\text{建设区扰动地表面积}} \times 100\%$$

表 6-1 各监测区扰动土地与整治面积统计表

项 目	项目建设区面积 (hm ²)	扰动土地面积 (hm ²)	扰动土地治理面积 (hm ²)				扰动土地整治率
			工程措施	植物措施	永久建筑及硬化面积	小计	
主体工程防治区	548.14	548.14	6.52	154.37	385.85	546.74	99.7%
施工临时设施防治区	10.97	10.97	10.97	0	0	10.97	100%
综合目标	559.11	559.11	17.49	154.37	385.85	557.71	99.7%

根据现场监测及调查结果，本工程共扰动土地面积 559.11hm²，扰动土地范围内均采取了不同的水土流失防治措施进行治理，部分裸露面现状已恢复植被，除了堤防背水坡局部地块植被生长不良未达到治理标准外（面积 1.40hm²），共治理扰动土地面积 557.71hm²，总的扰动土地整治率 99.7%，达到方案制定的 97% 的目标。

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。水土流失措施面积是指工程措施面积和植物措施面积。各项措施的防治面积均以投影面积计，不重复计算。计算公式如下：

$$\text{水土流失总治理度}(\%) = \frac{\text{水土保持措施面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

表 6-2 各监测区水土保持流失治理统计表

项 目	建设区水土流失面积 (hm ²)	水土保持措施防治面积 (hm ²)			水土流失总治理度
		工程措施	植物措施	小计	
主体工程防治区	162.29	6.52	154.37	160.89	99.1%
施工临时设施防治区	10.97	10.97	0	10.97	100%
综合目标	173.26	17.49	154.37	171.86	99.2%

根据现场调查结果，扣除永久建筑占地等面积，运行初期水土流失面积 173.26hm²。工程占（借）地范围内均采取各项水土保持措施，除了局部地块绿化未达到治理标准外（面积 1.40hm²），水土流失治理达标面积共计 171.86hm²，水土流失总治理度为 99.2%，达到方案制定的 97% 的目标。

6.3 拦渣率

拦渣率是指项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。其计算公式如下：

$$\text{拦渣率}(\%) = \frac{\text{采取措施后实际拦挡的弃土（石、渣）量}}{\text{弃土（石、渣）总量}} \times 100\%$$

本工程在建设期间内不产生弃渣，达到方案制定的 95% 的目标。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目建设区内容许土壤流失量与治理后的平均土壤侵蚀强度之比。

项目区容许土壤流失量为 500t/km² a。项目建设区内水土保持措施完成和运行情

况良好，土壤流失控制效果较好。目前项目建设区土壤侵蚀模数平均值约达到 $300\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ ，土壤流失控制比约为 1.67，达到方案制定的目标。

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率指项目建设区内林草类植被面积占可恢复林草植被（在目前经济、技术条件下适宜于恢复林草植被）面积的百分比。根据监测结果，本工程林草植被恢复率达到 99.1%，达到水保方案中大于 99% 的目标。详见表 6-3。

表 6-3 各监测区林草植被恢复率统计表

项 目	可恢复植被面积 (hm^2)	实施林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率
主体工程防治区	155.77	154.37	99.1%
施工临时设施防治区	0	0	100%
综合目标	155.77	154.37	99.1%

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率则是指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。根据监测结果计算统计，项目区内林草植被恢复面积 154.37hm^2 ，项目区内的林草覆盖率为 27.6%，达到了 27% 的目标要求。

表 6-4 各监测区林草植被覆盖率统计表

项 目	项目建设区面积 (hm^2)	实施林草植被面积 (hm^2)	林草植被恢复率
主体工程防治区	548.14	154.37	28.2%
施工临时设施防治区	10.97	0	0
综合目标	559.11	154.37	27.6%

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程施工期监测时段为 2014 年 10 月至 2019 年 6 月，该时段内为海堤、管理区和施工临时设施区作业高峰期，水土流失现象较为严重，不过随着后期土地平整、地貌恢复、植被建设等措施的逐渐实施，工程区水土流失量逐渐降低。

自然恢复期监测时段为 2019 年 7 月至 2020 年 3 月，该时段内各项水土保持防护措施均已落实，并发挥了良好的保土保水功能，只在局部区域还有少量流失，随着植被的生长，水土流失量进一步降低。

目前除极少部分地段绿化效果不理想外，其它区域植被覆盖良好，项目水土流失程度进一步降低，水土保持设施防护措施基本到位。

7.2 水土保持措施评价

1) 工程措施

已实施的水土保持工程措施包括海堤排水、管理区覆土、排水措施等。通过现场调查项目区的各项工程措施均已基本落实，发挥了防治水土流失作用。

2) 植物措施

根据现场调查，确认工程已实施的水土保持植物措施主要为海堤背水坡绿化、管理区绿化等，目前植被恢复良好，发挥了防治水土流失作用。

7.3 存在问题及建议

7.3.1 存在问题

本工程各项水保措施均运行良好，发挥了应有的效益，只在部分地段有植被恢复不理想的情况。

7.3.2 建议

- 1) 对已经完成的水土保持设施加强养护、管理。
- 2) 对海堤绿化区加强观测，对恢复不理想地段及时补植、补种，以保证林草的正常生长。

7.4 综合结论

建设管理单位在工程建设中重视水土保持工作，能够按照水土保持法律、法规的规定，委托了具有相关技术能力的单位开展了工程水土保持监测工作。工程建设过程中，各参建单位能基本按批复的水土保持方案要求，落实水土保持防治责任与义务，贯彻了防治结合、以防为主的水土保持方针。施工时能合理安排施工季节，优化施工工艺和流程，严格控制施工扰动面，减少了工程开挖对周边环境的破坏，有效地控制和减少了施工过程中的水土流失。已实施的水土保持措施质量和运行状况基本能满足水保方案目标 and 设计标准，对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了有效治理。

经监测分析，温州市瓯飞一期围垦工程（北片）水土流失防治指标达标情况为：项目区扰动土地整治率为 99.7%；水土流失总治理度为 99.2%；林草植被恢复率为 99.1%；林草覆盖率为 27.6%；施工产生的弃渣绝大部分得到治理，拦渣率大于 95%；水土流失已基本得到控制，土壤土流失控制比为 1.67，均达到了水土保持方案的目标要求。

照片



沉淀池



洒水抑尘



沉淀池



施工场地绿化



临时排水沉沙



沉淀池



沉淀池



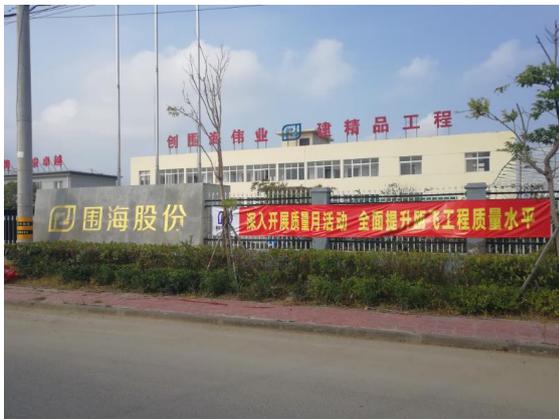
海堤排水沟



海堤排水沟



项目部绿化



项目部绿化



排水沟安装



景观平台绿化



海堤背水坡绿化



景观平台绿化



海堤背水坡绿化



景观平台绿化



景观平台绿化



景观平台绿化



排水沉沙



沉淀池



草皮护坡



沉淀池



景观平台绿化



海堤背水坡绿化



项目部绿化



项目部绿化



项目部绿化



海堤背水坡绿化



项目部绿化

附件

浙江省水利厅文件

浙水许〔2011〕98号

关于浙江省温州市瓯飞一期围垦工程 水土保持方案的批复

温州市瓯飞开发建设投资集团有限公司：

你公司《关于要求批复〈浙江省温州市瓯飞一期围垦工程水土保持方案报告书〉的请示》（温瓯飞集发〔2011〕2号）及《浙江省温州市瓯飞一期围垦工程水土保持方案报告书（报批稿）》悉，根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条、二十七条、三十二条、四十一条之规定，经研究，现将主要内容批复如下：

一、工程位于温州市瓯江口与飞云江口之间的东海岸，属于瓯江河口和飞云江河口口外区域，可造陆面积达18.3万亩（本阶段只围不填），海堤由北堤、南堤和东堤组成，总长38.4km。北堤沿瓯江口南岸边界外延，长6.7km；南堤沿飞云江北岸边界外延至长拔山，长3.5km；东堤沿-4.0m附近等深线与龙湾二期、

丁山三期、丁山二期东堤线基本平行布置，长 28.2km。垂直东堤走向布置 3 条隔堤，总长 11.51km。工程共布置水闸 6 座，总净宽 372m；管理区 2 处。为便于施工，设人工岛 6 座（利用海堤加宽）。工程占地共计 13724.08hm²，其中永久占地 12707.01hm²、施工临时占地 1017.07hm²。工程总工期 84 个月，计划从 2012 年 1 月开工至 2018 年 12 月完工。初步估算工程总投资 284.09 亿元，其中土建投资 154.6 亿元。项目建设涉及土石方开挖、填筑，将扰动原地貌，取料场损坏水土保持设施，如不采取有效地防护措施，易造成水土流失。为此，编制水土保持方案，做好工程建设中的水土流失防治工作，对保护项目区生态环境重要。

二、工程共开挖土方 37.9 万 m³；共填筑土石方 9341.2 万 m³；借方 9303.3 万 m³，同意闭气土方取自海中淤泥、石方取自霓屿岛石料场，原则同意部分石方取自凤凰山；无弃方，同意水闸施工围堰拆除土石方和钻渣泥浆均回填于围区。

三、同意水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区，工程水土流失防治责任范围面积 13936.31hm²，其中项目建设区面积 13724.08hm²，直接影响区面积共计 212.23hm²。

四、同意项目水土流失防治标准执行一级标准，至设计水平年扰动土地整治率达到 97%，水土流失总治理度达到 97%，土壤流失控制比达 1.67，拦渣率达到 95%，林草植被恢复率达到 99%，林草覆盖率达到 27%。

五、基本同意水土流失防治措施及其布局、实施进度安排。本项目分为 2 个水土流失防治分区：I 区为主体工程防治区，防

治责任面积 13718.8hm²；II 区为料场防治区，防治责任面积 217.51hm²。分区防治措施如下：

I 区：工程措施包括排水沟长 38.9km；覆土 6.2 万 m³；植物措施包括撒播草籽 383.32hm²、园林绿化 122400m²；临时措施包括排水沟、沉砂池等。

II 区：工程措施包括表土剥离 19.21 万 m³，表土回填 13.01 万 m³，截水沟 2218m，排水沟 3073m；植物措施包括撒播混合草籽 153.27hm²，厚层基材喷射植被护坡 2.0hm²；临时措施包括排水沟、沉砂池、撒播草籽、表土临时堆场防护等。

六、同意本工程水土保持总投资 4597.86 万元，其中主体已有 2701.51 万元，方案新增投资 1896.35 万元。新增的水土保持投资应列入工程总投资并确保到位。

七、工程水土保持方案的实施由温州市水利局和龙湾区水利局、瑞安市水利局、洞头县农林水利局负责监督检查。

八、请进一步论证工程所需石料全部取自霓屿岛石料场的可行性，尽可能放弃在凤凰山的石料开采，以保护海岛自然景观的完整性。

九、建设单位在工程建设过程中应做好以下工作：

（一）水土保持方案的设计深度为可行性研究深度，下阶段要据此做好水土保持设施后续设计，主体工程初步设计应包括水土保持设施设计专章，施工图设计中应包括各项水土保持设施的施工图。

（二）水土保持后续设计应报温州市水利局和龙湾区水利

局、瑞安市水利局、洞头县农林水利局备案，水土保持方案如有重大变更应报我厅批准。

(三)在主体工程招标文件中，将水土保持工程建设内容纳入正式条款，在施工合同中明确承包商的水土流失防治责任，以确保水土保持设施与主体工程同时施工、同时投入使用。

(四)将水土保持设施建设监理纳入主体工程监理中，并加强对水土保持设施建设合同、质量、进度、资金的管理。

(五)依法开展水土保持监测，并按季度向水行政主管部门提交监测报告表。水土保持设施验收时，提交水土保持监测总结报告。

(六)工程实施后，应及时到龙湾区水利局、瑞安市水利局、洞头县农林水利局备案，并积极配合各级水行政主管部门对工程水土保持方案实施的监督检。工程竣工验收前，向我厅申请水土保持设施验收。

二〇一一年十一月二十三日

主题词：水土保持 方案 批复

抄送：水利部水土保持司、太湖局，省发改委、环保厅、国土厅，水土保持监测中心，温州市水利局，龙湾区水利局、瑞安市水利局、洞头县农林水利局，浙江省水利水电勘测设计院。

浙江省水利厅办公室

2011年11月24日印发