

水保监测（闽）字第 0001 号

平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）

# 水土保持监测总结报告



福建八闽水保生态工程咨询有限公司

2019 年 7 月



水保监测（闽）字第 0001 号

平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）

# 水土保持监测总结报告

福建八闽水保生态工程咨询有限公司

2019 年 7 月



平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）水  
土保持监测总结报告责任页

（福建八闽水保生态工程咨询有限公司）

批 准：杨玉清（总经理）



核 定：付静（工程师）



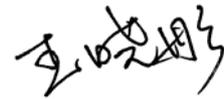
审 查：刘梅群（工程师）



校 核：张春娥（工程师）



项目负责人：王晓彤（高级工程师）

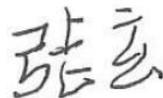


编 写：

母敏（工程师）



张玄（工程师）





# 目 录

<b>1</b>	<b>建设项目及水土保持工作概况 .....</b>	<b>1</b>
1.1	项目概况 .....	1
1.2	水土流失防治工作情况 .....	3
1.3	监测工作实施情况 .....	4
<b>2</b>	<b>监测内容与方法 .....</b>	<b>5</b>
2.1	监测内容 .....	5
2.2	监测方法和频次 .....	5
2.3	监测时段 .....	7
2.4	监测点布设 .....	7
<b>3</b>	<b>重点部位水土流失动态监测 .....</b>	<b>9</b>
3.1	防治责任范围监测 .....	9
3.2	弃土（渣）动态监测结果 .....	10
<b>4</b>	<b>水土流失防治动态监测结果 .....</b>	<b>13</b>
4.1	工程措施监测结果 .....	13
4.2	植物措施监测结果 .....	14
4.3	临时防治措施监测结果 .....	15
<b>5</b>	<b>土壤流失情况监测 .....</b>	<b>17</b>
5.1	水土流失面积 .....	17
5.2	土壤流失量 .....	17
<b>6</b>	<b>水土流失防治效果监测结果 .....</b>	<b>21</b>
6.1	扰动土地整治率 .....	21

6.2 水土流失总治理度 .....	21
6.3 拦渣率 .....	21
6.4 土壤流失控制比 .....	21
6.5 林草植被恢复率 .....	21
6.6 林草覆盖率 .....	21
6.7 运行初期水土流失分析 .....	23
<b>7 结 论.....</b>	<b>25</b>
7.1 水土流失动态变化 .....	25
7.2 水土保持措施评价 .....	25
7.3 存在问题及建议 .....	26
7.4 综合结论 .....	26

**附图：**

平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）水土保持措施现场相片

## 监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标			
项目名称		平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）	
建设规模	全长 23.981km，其中主线长 19.169m，辅路长 4.812km，主线 60km/h，匝道 40km/h。	建设单位全称	平潭综合实验区投资发展有限责任公司
		建设地点	福建省平潭综合试验区
		流域管理机构	太湖流域管理局
		工程总投资	16.5567 亿（未决算）
		工程总工期	37 个月
水土保持监测指标			
监测单位	福建八闽水保生态工程咨询有限公司	联系人及电话	杨玉清/13599055369
自然地理类型	以丘陵地貌为主	防治标准	建设类一级
监测内容	监测指标	监测方法（设施）	监测指标
	1.水土流失状况监测	调查、巡查监测	2.防治责任范围监测
	3.水土保持措施情况监测	地面观测、巡查、调查监测	4.防治措施效果监测
	5.水土流失危害监测	调查监测	水土流失背景值
方案设计防治责任范围	471.78hm <sup>2</sup>	土壤容许流失量	400t/km <sup>2</sup> ·a
水土保持投资	20728.55 万元	水土流失目标值	415t/km <sup>2</sup> ·a
防治措施	<p>工程措施：主体工程区：表土剥离34.20万m<sup>3</sup>，人工覆土34.20万m<sup>3</sup>，土地平整31.25hm<sup>2</sup>，沉沙池42个。施工便道：表土剥离1.37万m<sup>3</sup>，人工覆土1.37万m<sup>3</sup>，土地平整6.02hm<sup>2</sup>，复耕1.07hm<sup>2</sup>。临时施工区：表土剥离1.49万m<sup>3</sup>，人工覆土1.49万m<sup>3</sup>，土地平整6.27hm<sup>2</sup>，复耕0.85hm<sup>2</sup>。</p> <p>植物措施：主体工程区：种植高山榕、盆架子、小叶榕、海南蒲桃、南洋杉、白千层、小叶榕、大叶女贞、花叶橡皮榕、水翁、木棉、黄槿、鸡冠刺桐、银海枣、蒲葵、榕树桩景、银叶金合欢、金森女贞球、红叶石楠球、非洲茉莉球等乔灌木264294株，种植夹竹桃、马鞍藤、红叶石楠、鹅掌柴、红花继木、龙船花、扶桑、红背桂、马樱丹、美女樱、山菅兰、沿阶草、矮牵牛、肾蕨、春羽、同安红三角梅等灌木244657.45m<sup>2</sup>，撒播草籽33.25hm<sup>2</sup>。施工便道区：撒播草籽5.92hm<sup>2</sup>，马尾松2563株，樟树1120株，胡枝子2685株，爬山虎1202株。临时施工区：撒播草籽5.02hm<sup>2</sup>，马尾松528株，樟树507株，胡枝子633株。</p> <p>临时措施：主体工程区：袋装土挡墙4120m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜6.02万m<sup>2</sup>，沉沙池13个，沉淀池7个。施工便道区：袋装土挡墙186m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜0.66万m<sup>2</sup>，临时排水沟5130m，沉沙池5个。临时施工区：袋装土挡墙121m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜0.25万m<sup>2</sup>，临时排水沟5263m，沉沙池4个。</p>		

	分类分级指标	目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量						
				防治效果	扰动土地整治率	95	96.14	防治措施面积	123.24 hm <sup>2</sup>	永久建筑物及硬化面积
监测结论	水土流失总治理度	97	98.10	防治责任范围面积	286.74hm <sup>2</sup>		水土流失总面积	125.63hm <sup>2</sup>		
	土壤流失控制比	1.0	1.20	工程措施面积	34.03hm <sup>2</sup>	容许土壤流失量	18019.89t			
	拦渣率	95	97.11	植物措施面积	89.21hm <sup>2</sup>	监测土壤流失情况	415t/km <sup>2</sup> ·a			
	林草植被恢复率	99	99.21	可恢复林草植被面积	89.21hm <sup>2</sup>	林草类植被面积	89.92hm <sup>2</sup>			
	林草覆盖率	27	31.11	实际拦挡弃土(石、渣)量	0 万 m <sup>3</sup>		总弃土(石、渣)量	0 万 m <sup>3</sup>		
	水土保持治理达标评价	工程设施外观平整，稳固牢靠，质量合格，达设计要求，植物措施林草长势良好，质量合格，达设计要求。六项水土流失防治指标均达到水土保持方案设计目标值。								
	总体结论	项目建设区内水土保持措施布局合理，数量和质量达到了方案设计要求，林草植物生长良好，工程措施无损坏，能起到较好的防治作用。项目区植被覆盖率得到提高，社会经济、生态效益明显，初步达到预期效果。								
主要建议	运营期应加强截排水设施的管理维护和植物措施的管护，确保其正常发挥水土保持效益。									

# 1 建设项目及水土保持工作概况

## 1.1 项目概况

### 1.1.1 地理位置

工程位于平潭综合实验区境内，途径敖东、北厝、澳前、潭城、流水五镇，线路走向整体呈南-东-北近弧状环绕平潭岛东部。项目起点位于敖东镇建民村，终点为流水镇山门村，道路全长约23.981km。

### 1.1.2 建设规模及内容

道路全长约23.981km，其中主线长19.169km，设计时速60km/h，采用城市一级主干路建设标准，主线为双向六车道，行车宽度39.5m；辅路长4.812km，设计时速40km/h，采用城市III级支路建设标准，辅路为双向四车道，行车宽度14m。工程主要特性见表1-1。

平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）主要特性见表

表 1-1

项目名称	平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）		建设单位	平潭综合实验区投资发展有限责任公司	
工程性质	新建	建设地点	平潭综合试验区	建设工期	37个月
工程投资		16.5567 亿（未决算）			
一、主要经济技术指标					
线路全长	全长 23.981km，其中主线长 19.169m，辅路长 4.812km				
公路等级	主路：城市 I 级主干路 辅路：城市 III 级支路	车道数	主路：双向六车道 辅路：双向四车道	设计速度	主线 60km/h，辅路 40km/h
路基宽度	73.5/64.5/31.45/65.5		行车道宽度	主路：2×11.75+2×8 辅路：2×2×3.5	
路面结构	沥青混凝土		设计洪水频率	路基 1/100	
二、项目组成及占地情况					
占地情况					
项目组成			占地面积 (hm <sup>2</sup> )		
永久占地	主体工程区		274.45		
临时占地	施工便道区		6.02		
	临时施工区		6.27		
合计			286.74		
三、项目土石方工程量					
挖方量			209.99 万 m <sup>3</sup>		
填方量			233.55 万 m <sup>3</sup>		
借方量			23.56 万 m <sup>3</sup> 外购		
弃方量			0		

### 1.1.3 工程占地

#### 1、批复方案工程占地

工程实际总占地434.78hm<sup>2</sup>，包括永久征占地面积400.78hm<sup>2</sup>，临时征地面积33.99hm<sup>2</sup>，占地类型主要是园地、林地、旱地、建设用地、未利用地、其他农用地等。

主体工程区占地400.78hm<sup>2</sup>，施工便道8.27hm<sup>2</sup>，临时施工区8.82hm<sup>2</sup>，取土场16.9hm<sup>2</sup>。

#### 2、实际发生工程占地

工程实际总占地286.74hm<sup>2</sup>，包括永久征占地面积274.45hm<sup>2</sup>，临时征地面积12.29hm<sup>2</sup>，占地类型主要是园地、林地、旱地、建设用地、未利用地、其他农用地等。

主体工程区占地274.45hm<sup>2</sup>，施工便道6.02hm<sup>2</sup>，临时施工区6.27hm<sup>2</sup>。

### 1.1.4 土石方平衡情况

#### 1、批复方案土石方平衡

方案批复的土石方挖方总量358.18万m<sup>3</sup>，总填方量583.94万m<sup>3</sup>，借方量189.22万m<sup>3</sup>；弃方160.82万m<sup>3</sup>，表土全部用来绿化和复耕，弃方由相关部门统一调配。

#### 2、实际发生土石方平衡

本工程实际土石方开挖量209.99万m<sup>3</sup>，填筑量233.55万m<sup>3</sup>，借方量23.56万m<sup>3</sup>，借方采取外购方式，工程不设置取土、弃土场。

### 1.1.5 工程工期及投资

本工程全线总工期 37 个月，即 2010 年 9 月开工，于 2013 年 9 月底完工。

工程实际完成总投资 16.5567 亿元（未决算）。工程建设单位为平潭综合实验区投资发展有限责任公司。

### 1.1.6 地形、地貌

地质构造单元属于闽东火山断拗带的次级构造单元—闽东南沿海变质带（即大陆边缘拗陷带）。桥位区的地质构造主要受区域性长乐—南澳深大断裂控制，其构造形迹以长条状高角度裂隙为其主要特征，裂隙走向以北向为主，部分为北东向，但分布频率不均匀，局部裂隙密集出现，个别有小型断层破碎带出现。平潭岛陆域呈南北长条状，岛中部为海积与风积平原、海滩地，北部、南部为丘陵、台地，山体多呈北东向展布，沿海岸延伸入海，形成环岛诸多天然良港，山体高程一般为几十至一百余米，最高北部君山，海拔高程 438.7m（黄零高程）。

### 1.1.7 气象

平潭岛海区属典型的南亚热带海洋性季风气候，光照充足，热量丰富，终年气温较高，基本无霜冻，季风较明显，干湿季分明。

多年平均气温为 19.4℃，年平均气温最大值为 20.5℃，出现于 2002 年，最小值为 18.4℃，出现于 1984 年。多年月平均气温最高为 27.3℃，出现在 8 月，最低为 10.6℃，出现在 2 月。

多年平均风速为 9.0 m/s，年平均风速最大为 10.1m/s，出现于 1988 年，最小为 7.5 m/s，出现于 2002 年。多年月平均风速以 11 月的 11.4m/s 为全年最大，而 10 月和 12 月的平均风速也分别达到 11.1m/s 和 11.2m/s，以 8 月的 6.7m/s 为全年最小。

根据每天四次定时的风向风速统计，各向的平均风速以东北偏北向的 10.9m/s 为最大，其次为东北向平均风速为 10.2 m/s，各向的最大风速以 S 向的 60m/s 为最大，次之为 N 向的 34m/s。全年风向以东北偏北为最多，频率为 43%，其次为东北向，频率为 18%。

### 1.1.8 水文

多年平均降水量为 1192.6mm。最多为 1739.9mm，出现于 1983 年，最少为 818.3mm，出现于 1999 年。一年中 3~7 月的月平均降水量超过 100mm，这五个月的降水量（749.3mm）约占全年总降水量的 63%，其中 6 月份降水量约占全年 18%。

### 1.1.9 土壤

平潭土壤以砖红壤性红壤、风沙土、盐土为主，水稻土、红壤、潮土次之。共 6 个土类，25 个土属，34 个土种。其共同特点是土层薄、养分含量少。

项目主体工程占地区土壤以风沙土为主，土壤有机质含量较低，土壤团粒结构差。

### 1.1.10 植被

平潭木麻黄、黑松防护林共 12 万多亩，林带 1000 多条，绵延 500km，森林覆盖率达 36%。

## 1.2 水土流失防治工作情况

### 1.2.1 工程水土流失特点

工程涉及平潭综合试验区，按照全国土壤侵蚀类型区划，项目区属南方红壤丘陵陵区，水土流失以水力侵蚀为主，其侵蚀形态以面蚀为主，间有沟蚀发生。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保[2013]188号）和《福建省水土保持规划》（2016-2030），平潭综合试验区未列入国家级或省级水土流失重点防治区。工程所在地容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值为 $400\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

### 1.2.2 工程建设的水土流失问题

工程在建设过程中，由于开挖和填筑形成了裸露边坡等，扰动、占压了原地貌，原有植被遭受破坏，土体抗侵蚀能力降低。工程建设产生的大量土方在搬运、堆置过程中，在降水、重力等外营力的作用下，产生水土流失，对周边环境造成影响。

工程建设过程中实施了主体工程防治区的防洪排导工程、植被建设工程、临时拦挡工程、土地整治工程，施工场地区的植被建设工程、土地整治工程、临时防护工程，以及施工过程中的临时防护措施等水土保持措施，较好的防治了由于工程建设可能造成水土流失。

### 1.3 监测工作实施情况

2012年6月，建设单位委托我公司开展本工程水土保持监测任务。接受任务后，我公司及时组织水土保持监测技术人员进行了现场查勘，依据《水土保持监测技术规程》、《平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）水土保持方案报告》（报批稿）及平潭综合实验区经济发展局岚综实经发[2011]103号文要求，编写完成水土保持监测实施方案。

根据工程的进展情况，监测人员按照《监测合同》的要求，开展了平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）的水土保持监测工作。地面观测的同时，还采用定期、不定期现场调查巡查法，对工程区防治责任范围、施工地表扰动、土石方挖填、防治措施数量及质量、植被恢复及土地整治等情况进行动态巡查监测调查，以全面反映工程建设中的水土流失状况和对周围环境的水土流失影响等。

根据水土保持监测合同要求，现场水土保持监测工作于水保措施实施完毕并初步发挥效益的年份结束，即2014年12月。2019年7月编制完成《平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）水土保持监测总结报告》。

## 2 监测内容与方法

### 2.1 监测内容

#### 2.1.1 防治责任范围动态监测

工程水土流失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地和临时占地，工程永久征地主要通过国土部门的批复文件确定；临时占地面积和直接影响区随工程的进展会发生变化。因此防治责任范围动态监测主要通过监测临时占地和直接影响区的面积变化情况，确定工程实际的水土流失防治责任范围，并与批复的防治责任范围相比较，分析变化原因。

#### 2.1.2 弃土弃渣动态监测

主要通过调查监测，确定工程弃渣量、弃渣组成特点、弃土弃渣堆放情况、占地面积、防治措施和拦渣情况等。

#### 2.1.3 水土流失防治动态监测

调查监测工程水土流失防治责任范围内水土保持措施实施情况，包括工程措施、植物措施和临时工程。调查内容包括水土保持工程措施和临时工程的实施数量、质量、进度、运行情况、保存完好程度及拦渣保土效果，植物措施的实施面积、苗木种类、数量、质量、实施进度、成活率、植被生长情况、后期养护情况等。

#### 2.1.4 施工期土壤流失量动态监测

施工期土壤流失量动态，监测工作主要是针对防治责任范围内不同扰动地表类型的特点开展的按季度监测记录的动态数据，经综合分析得出不同扰动类型不同时间段的土壤侵蚀强度及土壤流失量。同时结合《生产建设项目水土流失防治标准》以及报批的水土保持方案报告书，综合分析本工程水土保持防治措施实施后，土壤流失量的变化情况，工程是否达到了方案设计的防治目标要求。

### 2.2 监测方法和频次

监测方法采取地面观测、调查监测相结合进行。地面观测频率为1次/季，调查监测以不定期调查巡查为主。

#### 2.2.1 调查监测

调查监测包括外业调查和内业调查两种。

### (1)外业调查

外业调查采用定期与不定期现场巡查法，动态监测工程措施、植物措施以及临时工程实施情况，借助皮尺、钢卷尺、测距仪等测量仪器，量测挡墙、截排水沟等防治措施的断面尺寸、长度、宽度，并通过外观检测，定性判断其稳定性、完好程度等。

植物措施调查选择具有代表性的地块作为标准样地布设样方，计算林草覆盖度、成活率等。

另外，工程水土流失防治责任范围、地表扰动和弃土弃渣也以现场动态调查监测为主。

### (2)内业调查

内业调查主要对外业调查监测资料的补充和完善，以查阅水土保持设计、监理、施工等资料为主，包括土地征、占地面积，防治措施工程量等。

## 2.2.2 定位监测

在施工建设及运行初期形成的松散临时堆土和扰动后的裸露地面，采用定位观测方法对其产生的水土流失量进行监测、具体包括桩钉法及侵蚀沟样方测量法等。

桩钉法用于坡面水蚀监测。将直径 0.6cm、长 30cm、类似桩钉形状的竹钎，相距 0.5×0.5m 分上中下、左中右纵横各 3 排（共 9 根）沿坡面垂直方向打入坡面，形成 1m<sup>2</sup> 的 1 个小区方阵。

钉帽与坡面齐平，并在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。共布设 5-6 个。具体分布成旋转 90°的正方形分布+一个圆心，再考虑在顶上布设一个。

计算公式：体积法确定土壤侵蚀量如下：

$$A=(Z \cdot S/10^3) \cdot r$$

式中：A-土壤侵蚀量（g）；Z-侵蚀深度（mm）；S-侵蚀面积（m<sup>2</sup>）；r-土体容重。

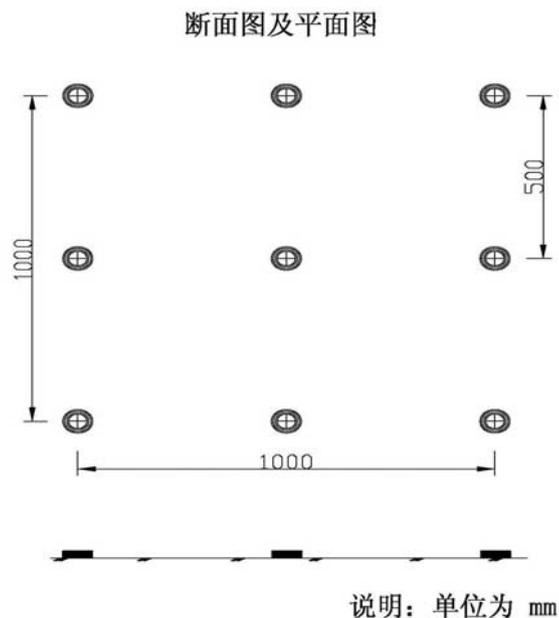


图 2-1 水蚀桩钉法布设竹钎示意图

### 2.2.3 临时监测

在土质开挖面或临时堆土（石）区域，通过量测坡面形成初期的坡度、坡长、坡面组成物质的物理性状，并定期记录坡面侵蚀沟的发育情况，包括侵蚀沟的密度、长度、侵蚀沟体积等，从而得出坡面沟蚀量。

### 2.2.4 现场巡查

对工程开挖、填筑形成的裸露地表、扰动地表面积、损坏的水土保持设施、水土流失面积、植被破坏等变化情况、水土流失危害及各项防治措施的实施情况、运行情况进行定期巡查，一般为 1 次/季，现场调查、量测并记录，在监测报告中予以反映。

## 2.3 监测时段

工程水土保持监测时段包括施工期和运行初期两个时段，其中施工期为水土流失发生的重点时段，亦是水土保持监测工作的重点时段，水土保持监测时段为施工期和运行初期监测。

水土保持监测时段为 2012 年 6 月至 2014 年 12 月。主要是对项目建设区施工期和试运行期水土流失状况及水土流失防治情况进行了调查监测。

## 2.4 监测点布设

根据施工总平面布置和可能造成水土流失部位特点，本项目建设区共布设 6 个监测点。

工程水土保持监测点布设及监测频次详见表 2-1。

### 水土保持监测点布设及监测频次汇总表

表 2-1

监测分区	监测点数	监测点位布设	监测频次
一、主体工程	4	扰动地貌流失监测点 4 处，沿线路基除布设	(1)每季监测一次 (2)植被随机调查监测
二、施工便道区	1	施工便道区内 1 处。	
三、临时施工区	1	临时施工区内 1 处。	
小计	6	/	/

### 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《平潭综合实验区环岛公路（安海澳至山门段）水土保持方案报告书》（报批稿）及平潭综合实验区经济发展局岚综实经发[2011]103号文，工程水土流失防治责任范围为 471.78hm<sup>2</sup>，其中项目建设区 400.78hm<sup>2</sup>，直接影响区 37.0hm<sup>2</sup>。

方案批复水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位：hm<sup>2</sup>

责任范围	防治分区	批复方案范围	备注
项目建设区	主体工程区	400.78	
	施工便道区	8.27	
	临时施工区	8.82	
	取土场	16.9	
	小计	434.78	
直接影响区		37.0	
总计		471.78	

##### 3.1.2 实际防治责任范围监测结果

根据工程施工占地资料，确定工程实际水土流失防治责任范围共计 286.74hm<sup>2</sup>，其中项目建设区占地面积 286.74hm<sup>2</sup>，直接影响区 0.00hm<sup>2</sup>。

工程实际防治责任范围表

表 3-2

单位：hm<sup>2</sup>

责任范围	防治分区	批复方案范围	备注
项目建设区	主体工程区	274.45	
	施工便道区	6.02	
	临时施工区	6.27	
	取土场	0	
	小计	286.74	
直接影响区		0	
总计		286.74	

##### 3.1.3 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际扰动影响范围与批复的防治责任范围对比情况详见表

3-3。

工程实际水土流失防治责任范围变化情况表

表 3-3

单位:  $\text{hm}^2$ 

防治分区		批复防治责任范围	实际防治责任范围	实际与批复比较
项目建 设区	主体工程区	400.78	274.45	-126.33
	施工便道区	8.27	6.02	-2.25
	临时施工区	8.82	6.27	-2.55
	取土场	16.9	0	-16.90
	小计	434.78	286.74	-148.04
直接影响区		37.0	0	-37.0
总计		471.78	286.74	-185.04

经调查，工程实际扰动地表和影响范围发生变化的主要原因是水土保持方案编制处于主体可研阶段，主体工程后续设计中占地面积有所调整变化，主要有：

(1)根据相关征用地资料，本工程主体工程区实际永久征地面积  $274.45\text{hm}^2$ ，较原方案批复减少  $126.33\text{hm}^2$ ，减少原因主要为施工图设计阶段原设计澳前环线取消，起点位于潭角底村，终于龙山村，路线长  $7.958\text{km}$  实际未建设。

(2)原设计澳前环线取消，实际施工便道临时占地面积  $6.02\text{hm}^2$ ，较原方案设计减少  $2.25\text{hm}^2$ 。

(3)原设计澳前环线取消，实际临时施工区占地面积  $6.27\text{hm}^2$ ，较原方案设计减少  $2.55\text{hm}^2$ 。

(4)工程施工过程中，各标段土石方相互调配利用，不足部分采取外购方式解决，工程实际未启用取土场，使得取土场面积较原方案设计减少  $16.9\text{hm}^2$ 。

(5)主体工程施工过程中，严格控制施工用地红线，对周边环境并未造成影响，使得直接影响区面积较方案批复减少  $37.00\text{hm}^2$ 。

以上原因，使工程实际扰动地表范围较方案确定的防治责任范围减少  $185.04\text{hm}^2$ 。

## 3.2 弃土（渣）动态监测结果

### 3.2.1 方案阶段弃土（渣）场

方案批复的土石方挖方总量  $358.18\text{万 m}^3$ ，总填方量  $583.94\text{万 m}^3$ ，借方量  $189.22$

万  $m^3$ ；弃方 160.82 万  $m^3$ ，表土全部用来绿化和复耕，弃方由相关部门统一调配。

### 3.2.2 弃土（渣）场及占地监测结果

本工程实际土石方开挖量 209.09 万  $m^3$ ，填筑量 233.55 万  $m^3$ ，借方量 24.46 万  $m^3$ ，工程无弃方，未使用弃土场，表土全部用于绿化和复耕。



## 4 水土流失防治动态监测结果

### 4.1 工程措施监测结果

通过现场调查量测和查阅资料，本工程结合主体工程施工进度和水土保持进度要求，实施了主体工程防治区的表土剥离、覆土、土地整治、排水沟、沉沙池、覆盖，临时施工区和施工便道区的表土剥离、覆土、土地整治、复耕等措施。

#### 4.1.1 水土保持工程措施实施情况及工程量

本工程共完成工程量为：主体工程区：表土剥离34.20万 $m^3$ ，人工覆土34.20万 $m^3$ ，土地平整31.25 $hm^2$ ，沉沙池42个。施工便道：表土剥离1.37万 $m^3$ ，人工覆土1.37万 $m^3$ ，土地平整6.02 $hm^2$ ，复耕1.07 $hm^2$ 。临时施工区：表土剥离1.49万 $m^3$ ，人工覆土1.49万 $m^3$ ，土地平整6.27 $hm^2$ ，复耕0.85 $hm^2$ 。

实际落实水土保持工程措施工程量汇总表

表 4-1

序号	措施类型	单位	数量	实施时间
1	主体工程区			2010年11月 ~2013年7月
1.1	表土剥离	万 $m^3$	34.20	
1.2	人工覆土	万 $m^3$	34.20	
1.3	土地平整	$hm^2$	31.25	
1.4	沉沙池	个	42	
2	施工便道			
2.1	表土剥离	万 $m^3$	1.37	
2.2	人工覆土	万 $m^3$	1.37	
2.3	土地平整	$hm^2$	6.02	
2.4	复耕	$hm^2$	1.07	
3	临时施工区			
3.1	表土剥离	万 $m^3$	1.49	
3.2	人工覆土	万 $m^3$	1.49	
3.3	土地平整	$hm^2$	6.27	
3.4	复耕	$hm^2$	0.85	

#### 4.1.2 水土保持工程措施实施进度

水土保持工程措施设计实施进度要求与主体工程建设进度同步实施。主体工程于2010年9月开工建设，2013年9月建成运营。实际实施的水土保持工程措施在主体工程建设期内，于2013年7月前实施完成，进度满足主体工程和水土保持要求。

水土保持工程措施实际实施进度基本与主体工程“三同时”。

## 4.2 植物措施监测结果

水土保持植物措施实施了主体工程防治区的沿线景观绿化建设，临时施工区和施工便道区的栽植乔木、撒播草籽等。

主体工程区：种植高山榕、盆架子、小叶榕、海南蒲桃、南洋杉、白千层、小叶榕、大叶女贞、花叶橡皮榕、水翁、木棉、黄槿、鸡冠刺桐、银海枣、蒲葵、榕树桩景、银叶金合欢、金森女贞球、红叶石楠球、非洲茉莉球等乔灌木264294株，种植夹竹桃、马鞍藤、红叶石楠、鹅掌柴、红花继木、龙船花、扶桑、红背桂、马樱丹、美女樱、山菅兰、沿阶草、矮牵牛、肾蕨、春羽、同安红三角梅等灌木244657.45m<sup>2</sup>，撒播草籽33.25hm<sup>2</sup>。

施工便道区：撒播草籽5.92hm<sup>2</sup>，马尾松2563株，樟树1120株，胡枝子2685株，爬山虎1202株；

临时施工区：撒播草籽5.02hm<sup>2</sup>，马尾松528株，樟树507株，胡枝子633株。

### 水土保持植物措施实施情况表

表 4-2

序号	措施类型	单位	数量	实施时间
1	主体工程防治区			2012年4月至 2013年6月
1.1	高山榕、盆架子、小叶榕、海南蒲桃、南洋杉、白千层、小叶榕、大叶女贞、花叶橡皮榕、水翁、木棉、黄槿、鸡冠刺桐、银海枣、蒲葵、榕树桩景、银叶金合欢、金森女贞球、红叶石楠球、非洲茉莉球等乔灌木	株	264294	
1.2	夹竹桃、马鞍藤、红叶石楠、鹅掌柴、红花继木、龙船花、扶桑、红背桂、马樱丹、美女樱、山菅兰、沿阶草、矮牵牛、肾蕨、春羽、同安红三角梅等灌木	m <sup>2</sup>	244657.45	
1.3	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	33.25	
2	施工便道			
2.1	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	5.92	
2.2	马尾松	株	2563	
2.3	樟树	株	1120	
2.4	胡枝子	株	2685	
2.5	爬山虎	株	1202	
3	临时施工区			
3.1	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	5.02	

3.2	马尾松	株	528
3.3	樟树	株	507
3.4	胡枝子	株	633

#### 4.2.1 水土保持植物措施实施进度

水土保持植物措施 2012 年 4 月至 2013 年 6 月期间随主体工程同步落实。

综上所述，水土保持植物措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

#### 4.3 临时防治措施监测结果

##### 4.3.1 水土保持临时措施实施工程量

完成的临时措施有：

主体工程区：袋装土挡墙 4120m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜 6.02 万 m<sup>2</sup>，沉沙池 13 个，沉淀池 7 个。施工便道区：袋装土挡墙 186m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜 0.66 万 m<sup>2</sup>，临时排水沟 5130m，沉沙池 5 个。临时施工区：袋装土挡墙 121m<sup>3</sup>，覆塑料薄膜 0.25 万 m<sup>2</sup>，临时排水沟 5263m，沉沙池 4 个。

水土保持临时措施水土保持工程措施实施工程量详见表 4-3。

#### 水土保持临时措施实施情况表

表 4-3

编号	项目名称	单位	数量	实施时间
1	主体工程区			2010 年 10 月至 2013 年 8 月
1.1	袋装土挡墙	m <sup>3</sup>	4120	
1.2	覆塑料薄膜	万 m <sup>2</sup>	6.02	
1.3	沉沙池	个	13	
1.4	沉淀池	个	7	
2	施工便道			
2.1	袋装土挡墙	m <sup>3</sup>	186	
2.2	覆塑料薄膜	万 m <sup>2</sup>	0.66	
2.3	临时排水沟	m	5130	
2.4	沉沙池	个	5	
3	临时施工区			
3.1	袋装土挡墙	m <sup>3</sup>	121	
3.2	覆塑料薄膜	万 m <sup>2</sup>	0.25	
3.3	临时排水沟	m	5263	
3.4	沉沙池	个	4	

#### 4.3.2 水土保持临时措施实施进度

临时措施于 2010 年 10 月至 2013 年 8 月期间实施完成。

综上所述，水土保持临时措施实际实施进度基本与主体工程施工进度同步，满足水土保持方案设计要求。

## 5 土壤流失情况监测

### 5.1 水土流失面积

本工程由主体工程区、临时施工区和施工便道区组成。土建工程于2010年9月开工建设，2013年9月建成试运行。建设单位于2012年6月委托我公司承担本工程水土保持监测任务，我公司监测技术人员按要求开展水土保持监测工作。

根据根据查阅相关资料统计分析，工程累计扰动原地貌、损坏土地和植被总面积为286.74hm<sup>2</sup>；损坏的水土保持设施类型主要为园地、耕地、城镇村及工矿用地、交通运输用地、其他农用地等。

施工期工程扰动面积监测情况如表5-1。

工程扰动面积监测情况表

表 5-1

单位：hm<sup>2</sup>

工程划分	扰动地表面积	备注
主体工程区	274.45	
施工便道区	6.02	
临时设施区	6.27	
合计	286.74	

### 5.2 土壤流失量

监测时段内，各防治分区的土壤侵蚀量约为18019.89t。

本工程通过设置固定监测点，并与同类已验收工程监测进行类比。通过本项目与同类项目各项条件类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持相关指标。类比工程选择福清渔溪至平潭大桥高速公路及江阴港疏港支线工程（2012年12月通过福建省水利厅验收），详见表5-2。

## 水土保持监测类比工程表

表 5-2

类目条件	本项目	类比项目（福清渔溪至平潭大桥高速公路及江阴港疏港支线工程）		
工程概况	全长 23.981km，2010 年 9 月开工，2013 年 9 月完工。	全长 54.0km，2010 年 3 月开工，2010 年 12 月完工。		
地形、地貌	属于滨海丘陵地形、冲海积平原地貌	项目区为沿海低丘地貌，地形较平缓。		
水文、气象	属亚热带季风气候区，年平均气温在 19.4℃，多年平均降水量 1192.6mm。	属亚热带季风气候区，年平均气温在 19℃，多年平均降水量 1326mm。		
土壤、植被	土壤类型以红壤为主，典型植被类型有：常绿针叶林、灌木林、常绿阔叶林、混交林、竹林、草坡。	土壤类型以红壤为主；森林植被以人工林木麻黄、相思树、马尾松、巨尾桉等为主，农田作物有甘薯、花生、蔬菜等。		
高程、坡度	项目区自然高程 25-100m。	项目区自然高程 10-60m 之间，农耕地，坡度 5-15 度。		
施工工艺	土石方机械化施工为主，人工辅助。	土石方机械化施工为主，人工辅助。		
土壤侵蚀特征	土壤侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> .a)		土壤侵蚀模数(t/km <sup>2</sup> .a)	
	背景值	400	背景值	380
	施工期	1905.65	施工期	4793
	试运行期	415	试运行期	392

根据查阅相关资料与同类项目背景值及施工期各项条件进行类比、分析、修正，确定本项目施工前、施工中、施工后各项水土保持监测指标。

### 5.2.1 各阶段土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，施工期土壤侵蚀量约为 16829.92t，占总量的 93.40%，平均土壤侵蚀模数为 1905.65t/km<sup>2</sup>.a；运行期土壤侵蚀量约为 1189.97t，占总量的 6.60%，平均土壤侵蚀模数为 415t/km<sup>2</sup>.a。

### 5.2.2 各扰动地表类型土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，堆土石坡面的土壤侵蚀量约为 3653.68t，占总量的 20.28%，平均土壤侵蚀模数为 3780.03t/km<sup>2</sup>.a；土石质边坡的土壤侵蚀量约为 5053.31t，占总量的 28.04%，平均土壤侵蚀模数为 2895.43t/km<sup>2</sup>.a；施工平台的土壤侵蚀量约为 9312.90t，占总量的 51.68%，平均土壤侵蚀模数为 3274.6t/km<sup>2</sup>.a。

### 5.2.3 各防治分区土壤侵蚀量

根据查阅相关资料统计，主体工程区土壤侵蚀量约为 17354.89t，占总量的 96.31%，平均土壤侵蚀模数为 2053.09t/km<sup>2</sup>.a；临时设施区土壤侵蚀量约为 327.73t，占总量的 1.82%，平均土壤侵蚀模数为 1697.06t/km<sup>2</sup>.a；施工便道土壤侵蚀

量约为 337.27t，占总量的 1.87%，平均土壤侵蚀模数为 1818.97t/km<sup>2</sup>.a。工程土壤侵蚀量动态监测情况表详见表 5-3。

工程土壤侵蚀量动态监测情况表

表 5-3

分类	项目	土壤侵蚀总量 (t)	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	时间 (年)	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> .a)	侵蚀量占总量
防治分区	主体工程区	17354.89	274.45	3.08	2053.09	96.31%
	临时设施区	327.73	6.27	3.08	1697.06	1.82%
	施工便道	337.27	6.02	3.08	1818.97	1.87%
	合计	18019.89	286.74	-	-	100%
扰动地表类型	堆土石坡面	3653.68	84.05	1.15	3780.03	20.28%
	土石质边坡	5053.31	95.37	1.83	2895.43	28.04%
	施工平台	9312.90	107.32	2.65	3274.6	51.68%
	合计	18019.89	286.74	-	-	100%
时段	施工期 (2010 年 9 月 -2013 年 9 月)	16829.92	286.74	3.08	1905.65	93.40%
	运行期 (2013 年 10 月 2014 年 9 月)	1189.97	286.74	1	415	6.60%
	合计	18019.89	-	-	-	100%

### 5.3 弃土（石、渣）潜在土壤流失量

本工程实际土石方开挖量 209.99 万 m<sup>3</sup>，填筑量 233.55 万 m<sup>3</sup>，借方量 23.56 万 m<sup>3</sup>，借方采取外购方式，工程无取土、弃渣场。

### 5.4 水土流失危害

根据查阅相关资料所知，土壤侵蚀量集中在工程施工期（施工期为 2010 年 9 月至 2013 年 9 月），且主要集中在土石方开挖及堆填堆放高峰期。各年度土壤侵蚀量大小变化趋势分析如下：

2010 年 9 月工程全面开工，土石方挖填施工逐步频繁，地表扰动破坏面积急剧扩大，水土保持措施虽有部分实施，但大范围地表裸露和大面积的扰动破坏，水土流失严重，水土流失量呈急剧上升趋势。

2010 年 10 月至 2013 年 6 月工程进入施工高峰期，土石方开挖与填筑施工量最大，主体工程中具有水土保持功能的措施虽有同步实施完成，但由于林草生长尚需恢复期，地表仍明显大面积裸露，因此土壤侵蚀量呈最大。

2013年9月工程完工，工程实施的水土保持措施基本完成，采取的各项水土保持措施逐渐发挥保水固土效益，项目区水土流失问题得到有效治理，土壤侵蚀模数已开始容许土壤侵蚀模数内。随着扰动地表各项防护措施实施、完善，并开始发挥保土效果，土壤侵蚀强度呈明显下降趋势，至2014年9月，项目区平均土壤侵蚀强度降至 $415\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目区的生态环境得到明显改善。

## 6 水土流失防治效果监测结果

### 6.1 扰动土地整治率

项目建设区内扰动土地面积 $286.74\text{hm}^2$ ，扰动土地整治面积 $275.68\text{hm}^2$ ，经计算，本工程建设区内扰动土地整治率为 $96.14\%$ ，满足方案防治目标 $95.0\%$ 的要求。

### 6.2 水土流失总治理度

工程水土流失面积 $125.63\text{hm}^2$ ，水土流失治理达标面积 $123.24\text{hm}^2$ ，经计算，项目建设区水土流失总治理度 $98.10\%$ ，满足方案防治目标 $97\%$ 的要求。

### 6.3 拦渣率

本工程实际土石方开挖量 $209.09\text{万m}^3$ ，填筑量 $233.55\text{万m}^3$ ，借方量 $24.46\text{万m}^3$ ，工程无弃方，未使用弃土场，表土全部用于绿化和复耕。

本工程未设置弃土场，未发现明显的水土流失现象。工程拦渣率 $97.11\%$ ，达到方案确定的 $95\%$ 防治目标。

### 6.4 土壤流失控制比

经综合治理后，运行初期该工程土壤侵蚀模数为 $415\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。工程土壤流失控制比为 $1.20$ ，满足方案防治目标 $1.0$ 的要求。

### 6.5 林草植被恢复率

根据监测成果，项目建设区可恢复林草植被面积 $89.92\text{hm}^2$ ，林草类植被恢复面积 $89.21\text{hm}^2$ ，经计算，项目区林草植被恢复率为 $99.21\%$ ，达到方案确定的 $99\%$ 防治目标。

### 6.6 林草覆盖率

经调查监测，项目建设区面积 $286.74\text{hm}^2$ ，项目建设区内林草植被面积 $89.21\text{hm}^2$ 。经计算，项目区林草覆盖率达到 $31.11\%$ ，达到水土保持方案 $27\%$ 的目标要求。

各区扰动土地整治率情况表

表 6-1

单位：hm<sup>2</sup>

序号	防治分区	项目建设区 面积	扰动地表 面积	建筑物及场地道 路硬化	水土流失治理面积			扰动土地整治面 积	扰动土地整 治率（%）
					植物措施面 积	工程措施面 积	小计		
1	主体工程区	274.45	274.45	152.17	78.50	32.93	111.43	263.60	96.05
2	临时施工区	6.27	6.27	0.19	5.42	0.50	5.92	6.11	97.45
3	施工便道	6.02	6.02	0.08	5.29	0.60	5.89	5.97	99.17
合计		286.74	286.74	152.44	89.21	34.03	123.24	275.68	96.14

各区水土流失治理度情况表

表 6-2

单位：hm<sup>2</sup>

序号	防治分区	项目建设区 面积	扰动地表面 积	建筑物及场地 道路硬化	水土流失面 积	水土流失治理面积			水土流失 总治理度（%）
						植物措施面 积	工程措施面 积	小计	
1	主体工程区	274.45	274.45	152.17	113.68	78.50	32.93	111.43	98.02
2	临时施工区	6.27	6.27	0.19	6.02	5.42	0.50	5.92	98.34
3	施工便道	6.02	6.02	0.08	5.93	5.29	0.60	5.89	99.33
合计		286.74	286.74	152.44	125.63	89.21	34.03	123.24	98.10

## 林草覆盖率计算表

表 6-3

序号	防治分区	项目建设区面积 (hm <sup>2</sup> )	植被可恢复面积 (hm <sup>2</sup> )	已恢复植被面积 (hm <sup>2</sup> )	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
1	主体工程区	274.45	79.08	78.50	99.27	28.60
2	临时施工区	6.27	5.53	5.42	98.01	86.44
3	施工便道	6.02	5.31	5.29	99.62	87.87
合计		286.74	89.92	89.21	99.21	31.11

## 6.7 运行初期水土流失分析

工程运行初期，水土保持各项措施已大部分建成，主体工程防治区的土地整治、拦挡工程、护坡工程截（排）水沟，施工生产生活区、表土临时堆场区和施工便道区的土地整治、覆土等措施。

水土保持植物措施实施了主体工程防治区的沿线设施植被建设，施工生产生活区、表土临时堆场区和施工便道区的植被恢复等。

经调查监测显示，至2014年9月项目区平均土壤侵蚀模数已降为415t/km<sup>2</sup>.a，在项目区土壤容许侵蚀模数内，水土流失轻微，工程区生态环境已得到明显改善。



## 7 结 论

### 7.1 水土流失动态变化

#### 7.1.1 防治责任范围

根据工程实际征占地面积，并结合水土保持方案报告书及现场调查监测，本工程施工期实际水土流失扰动范围为 286.74hm<sup>2</sup>，较水土保持方案确定的水土流失扰动范围为 471.78hm<sup>2</sup>，减少 185.04hm<sup>2</sup>。

#### 7.1.2 各年度土壤侵蚀模数

各防治分区的土壤侵蚀总量达 18019.89t。根据监测统计，施工期土壤侵蚀量约为 16829.92t，占总量的 93.40%，平均土壤侵蚀模数为 1905.65t/km<sup>2</sup>.a；运行期土壤侵蚀量约为 1189.97t，占总量的 6.60%，平均土壤侵蚀模数为 415t/km<sup>2</sup>.a，土壤流失控制比 1.20。

#### 7.1.3 水土保持治理达标评价

经监测计算，工程扰动土地整治率为 96.14%，水土流失总治理度为 98.10%，土壤流失控制比为 1.20，拦渣率为 97.11%，林草植被恢复率为 99.21%，林草覆盖率为 31.11%，均达到了方案设计防治目标要求，工程建设水土流失得到了有效控制，项目区的生态环境得到进一步改善。水土流失防治目标评价见表 7-1。

水土流失防治目标评价表

表 7-1

防治指标	防治标准	监测值	备注
扰动土地整治率(%)	95	96.14	达方案目标值
水土流失总治理度(%)	97	98.10	达方案目标值
土壤流失控制比	1.0	1.20	达方案目标值
拦渣率(%)	95	97.11	达方案目标值
林草植被恢复率(%)	99	99.21	达方案目标值
林草覆盖率(%)	27	31.11	达方案目标值

### 7.2 水土保持措施评价

工程在建设过程中，按照水土保持方案设计要求，各防治分区结合各自特点，实施了一系列水土流失防治措施，并取得了较好的防治效果。

水土保持工程措施实施了主体工程防治区的土地整治、拦挡工程、截（排）水沟，临时施工区和施工便道区的土地整治、覆土等措施。水土保持植物措施实施了

主体工程防治区的沿线设施植被建设，临时施工区和施工便道区的植被恢复等。

各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案要求。

### 7.3 存在问题及建议

运营期应加强对截排水设施的管理维护和植物措施的管护，确保其正常发挥水土保持效益。

### 7.4 综合结论

该工程建设单位和施工单位十分重视水土保持工作。在项目立项过程中，按照水土保持法律法规的规定，依法编报了水土保持方案，报水行政主管部门批准；在施工建设过程中，认真落实方案设计的水土保持防治措施，委托了我公司进行工程建设的水土保持监测。

通过对项目区进行水土流失现场调查监测、分析，本工程自开工以来，分阶段分区域实施了水土保持各项防治措施，发挥了较好的水土流失防治效果。监测结果表明：各防治区实施的水土保持措施完善，布局合理，满足水土保持方案设计要求。防治责任范围内土壤侵蚀量呈下降趋势，项目区平均土壤侵蚀模数为  $415\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，工程建设新增水土流失得到控制，六项水土流失防治指标均达方案设计要求。

综上所述，监测单位认为：该工程建成并经历试运行期，完成的水土保持设施运行正常，发挥了较好的保持水土，改善生态环境作用，较好地控制了开发建设中的水土流失，具备了水土保持设施竣工验收条件。

### 项目现场照片



拍摄时间：2019年6月

监测说明：项目区起、终点现状

监测建议：已硬化或绿化，水土保持效果良好



拍摄时间：2019年6月

监测说明：项目区绿化

监测建议：道路周边绿化及排水设施完善，水土保持效果显著



拍摄时间：2019年6月

监测说明：项目区桥梁绿化

监测建议：桥梁边坡及桥下绿化、排水设施完善，水土保持效果显著