

编号：ST2019033

温州市域铁路 S1 线一期工程 水土保持监测总结报告

建设单位：温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司

编制单位：温州市水利电力勘测设计院有限公司

二〇二五年四月



温州市域铁路 S1 线一期工程

水土保持监测总结报告

责任页

(温州市水利电力勘测设计院有限公司)

批 准: 余玉龙 (余玉龙 正 高)

核 定: 田小平 (田小平 正 高)

审 查: 姜一青 (姜一青 正 高)

项目负责人: 马明 (马 明 高 工)

技术负责人: 郝玉梅 (郝玉梅 高 工)

校 核: 郝玉梅 (郝玉梅 高 工)

编 写: 林雯淇 (林雯淇 助 工)

马明 (马 明 高 工)

蔡智才 (蔡智才 工程师)



温州市水利电力勘测设计院有限公司

二〇二五年四月

目 录

前言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	8
1.1 项目概况.....	8
1.2 水土流失防治工作情况.....	17
1.3 监测工作实施情况.....	18
2 监测内容与方法.....	24
2.1 监测目标和原则.....	24
2.2 监测内容及方法.....	24
3 重点部位水土流失动态监测.....	28
3.1 防治责任范围监测.....	28
3.2 取土（石、料）监测结果.....	32
3.3 弃土（石、渣）监测结果.....	32
4 水土流失防治措施监测结果.....	34
4.1 工程措施监测结果.....	34
4.2 植物措施监测结果.....	34
4.3 临时防护措施监测结果.....	37
4.4 水土保持措施防治效果.....	39
5 土壤流失情况监测.....	45
5.1 水土流失面积.....	45
5.2 土壤流失量.....	45
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	47

5.4	水土流失危害.....	47
6	水土流失防治效果监测结果.....	48
6.1	扰动土地整治率.....	48
6.2	水土流失总治理度.....	49
6.3	拦渣率与弃渣利用情况.....	49
6.4	土壤流失控制比.....	50
6.5	林草植被恢复率.....	50
6.6	林草覆盖率.....	50
7	结论.....	52
7.1	水土流失动态变化.....	52
7.2	水土保持措施评价.....	53
7.3	存在问题及建议.....	53
7.4	综合结论.....	53

附件:

- 1、可研批复
- 2、初设批复
- 3、水土保持方案批复
- 4、初步设计修编函
- 5、建设用地划拨决定书
- 6、泥浆固化及外运合同
- 7、料场借调合同
- 8、临时用地协议
- 9、监测季度报告表
- 10、工程现场照片

附图:

- 1、地理位置图
- 2、水土流失防治责任范围及监测点位布置图

前言

温州市域铁路 S1 线一期工程西起瓯海区潘桥镇,向北经沿海铁路温州南站后,折向东上跨沿海铁路至温州西站,沿既有金温铁路廊道至温州东站,折向南沿龙湾区南洋大道、前房路经奥体中心至龙湾机场,出机场后向北跨越瓯江南口至灵昆半岛。线路全长 52.0km,近期设置 18 座车站(其中地面车站 2 座、高架车站 13 座、地下车站 3 座),预留 2 座车站。

工程构建了未来温州大都市核心区两大中心——中心城和瓯江口新城的快速联系通道,承担都市区范围内东西向组团间快速交通联系,串联瓯海中心、中心城区、龙湾中心与半岛,并服务于温州南站、机场。项目建成是实现城市总体规划、促进城乡一体化发展战略的需要,是完善城市综合交通体系,改善居民出行条件的需要,是实现城市生态目标、建立节约型社会的需要,是维护温州沿海港口城市和旅游城市的需要,具有重要的现实意义。

温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司于 2011 年 2 月成立,负责工程前期准备工作。2012 年 9 月 24 日,国家发展和改革委员会下发了《关于浙江省温州市域铁路建设规划(2012-2018 年)的批复》(发改基础〔2012〕3040 号)。2012 年 12 月 20 日,浙江省发展和改革委员会以“浙发改交通〔2012〕1345 号”文批复了《温州市域铁路 S1 线一期工程可行性研究报告》。2013 年 6 月 10 日,温州市发展和改革委员会以“温发改基综〔2013〕222 号”文批复了由中铁第四勘察设计院集团有限公司编制的《温州市域铁路 S1 线一期工程初步设计报告》。

根据《温州市域铁路 S1 线一期工程初步设计报告》,温州市域铁路 S1 线一期工程设置桐岭车辆段、灵昆停车场(预留检修基地)。原初步设计桐岭车辆段预留了上盖物业开发条件,经过研究及经济测算,上盖开发成本过高,投资回收期长,经济效益差。经温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司专题会议研究,来函(温铁投函〔2014〕38 号《关于明确 S1 线桐岭车辆段建设方案的函》)明确桐岭车辆段范围不考虑上盖物业开发,原初设批复的检查库线(4 列位)、停车线(6 列位)和综合维修基地(含物资总库)调整至灵昆,纳入灵昆车辆段工程统一设计。2015 年 6 月,开展灵昆车辆段变更初步设计,变更初步设计需预留车辆段

上盖开发条件。2019 年 7 月，中铁第四勘察设计院集团有限公司完成《温州市域铁路 S1 线一期工程灵昆车辆段初步设计修编》。

2011 年 2 月，受温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司委托，温州市水利电力勘测设计院承担了《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持方案报告书》的编制工作，并于 2012 年 3 月完成报批稿。2012 年 4 月 23 日，浙江省水利厅以“浙水许〔2012〕26 号”批复了工程水土保持方案。

2012 年 10 月 26 日，温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司组建了全资子公司温州幸福轨道交通股份有限公司，承担市域铁路 S1 线项目的募资、建设与营运管理等工作。

S1 线全线划分为桐岭至奥体中心段（西段）、奥体中心至半岛二站段（东段）以及灵昆车辆段。

西段工程验收范围全长 34.48km，其中路基 5.14km，桥梁 20.52km，隧道 1.32km，地下线 7.50km，设置 15 座车站（含预留车站），1 个车辆段（桐岭车辆段），实际征占地总面积为 106.67hm²，其中永久用地 90.25hm²，临时占地 16.42hm²，已经于 2019 年 1 月完成水土保持设施验收，并在温州市水利局报备（温水保备〔2019〕1 号）。

东段工程验收范围由奥体中心站（不含）至半岛二站，全长 17.52km，其中路基 0.17km，桥梁 10.60km，地下线 6.75km，共设置永中站（原永强站）、机场站、灵昆站、瓯江口站（原半岛一站）、瓯华站（原半岛二站）5 座车站。其中永中站和机场站为地下车站，灵昆站、瓯江口站和瓯华站为高架车站。实际征占地 56.60hm²，其中永久占地 39.91hm²，临时占地 16.69hm²。东段工程已经于 2020 年 7 月完成水土保持设施验收，并在温州市水利局报备（温水保备〔2020〕6 号）。

灵昆车辆段近期设检查库线 6 列位，存车线 12 列位，年检线 1 列位，镗轮线 1 条，远期预留存车线 18 列位。从半岛二站后接轨引出 2 条车辆出入段线，长 795m，车辆段实际征占地地面积 26.84hm²，其中永久占地 26.49hm²，临时占地 0.35hm²。

西段工程于 2013 年 3 月 21 日正式开工，SG6B 标段主线桥梁于 2013 年 4 月 1 日率先开工建设。东段 SG14 标段于 2014 年 4 月率先进场。2017 年 5 月 7 日，惠民路车站主体完工。2017 年 5 月 26 日，大主山隧道贯通。2018 年 2 月 25 日，桐岭车辆段主体完工。2018 年 6 月，西段工程土建基本结束。2018 年 12 月，西

段工程附属设施全部完工，东段各标段土建工程基本完工。2019 年 1 月，完成单位工程验收；2019 年 9 月 28 日东、西段全线开通运营。

灵昆车辆段于 2019 年 10 月 28 日进场施工，2022 年 6 月，出入段线特大桥工程和站场与路基工程完成单位工程验收；2022 年 12 月，基本完成土建施工，进行上盖一层平台开发建设，2024 年 5 月，灵昆车辆段基本完工，场地交由温州市域铁路 S1 线灵昆车辆段上盖开发一层平台建设工程继续施工；2025 年 4 月，上盖一层平台开发建设施工结束，场内施工痕迹已清理后平整。

工程全线概算总投资 184.68 亿元，西段实际完成土建投资 31.57 亿元，东段土建合同金额 49.73 亿元，灵昆车辆段概算总投资 11.48 亿元。

西段土石方开挖量 168.71 万 m^3 （自然方，含钻渣 49.74 万 m^3 ），填筑总量 84.82 万 m^3 ，借方量 66.27 万 m^3 ，弃渣量 150.16 万 m^3 ，弃渣主要为隧道洞渣、地下区间开挖土方和钻渣泥浆及拆迁废弃物等，隧道洞渣交由当地政府作为建筑材料拍卖处理，其余弃渣由渣土办统一外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区综合利用。东段实际土石方开挖总量 235.31 万 m^3 ，填筑量 52.44 万 m^3 （利用自身开挖量 47.28 万 m^3 ），借方量 5.16 万 m^3 （商购），余方 188.03 万 m^3 ，统一外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区综合利用。灵昆车辆段实际土石方开挖量 15.79 万 m^3 ，填筑量 90.56 万 m^3 （利用自身开挖量 12.98 万 m^3 ），借方量 77.58 万 m^3 （商购），余方 2.81 万 m^3 ，统一外运至瓯江口就浅滩二期综合利用。

项目区属亚热带海洋型季风气候，年平均气温 17.9℃左右，多年平均降雨量 1694.6mm。本区为季风区，盛行风向随季节转换而变化，冬季盛行西北风，夏季盛行偏东风。地表水受潮汐影响较大，主要为海水。项目区不属于国家级和省、市、县级水土流失重点防治区。项目区属水力侵蚀为主的类型区——南方红壤区，容许土壤流失量 500t/（ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ）。水土流失类型主要为水力侵蚀，水土流失的形式以面蚀为主。

工程设计由中铁第四勘察设计院集团有限公司承担，水土保持方案由温州市水利电力勘测设计院有限公司（原“温州市水利电力勘测设计院”）编制完成。

西段工程建设监理由上海天佑工程咨询有限公司、北京铁城建设监理有限责任公司、广州珠江工程建设监理有限公司、上海华东铁路建设监理有限公司、华铁工程咨询有限责任公司、铁四院（湖北）工程监理咨询有限公司、上海建科工

程咨询有限公司和浙江祥泓工程咨询有限公司共同负责。西段工程共划分为十个标段，由十家施工单位负责建设。东段工程建设监理由广东铁路建设监理有限公司（SG11A、11B、15、16 标）、浙江江南工程管理股份有限公司（机场 2 标）、西安铁一院工程咨询监理有限责任公司（SG13、14 标）、上海建科工程咨询有限公司（机场 1 标）共同负责。灵昆车辆段工程施工由中铁隧道局集团有限公司、中铁十一局集团有限公司负责，建设监理由西安铁一院工程咨询监理有限责任公司、浙江中铁科工程咨询有限公司联合体负责。

工程建设期间，建设单位指派总体部具体负责水土保持工程建设管理工作，全面负责水土保持后续工程设计中关于水土保持工作内容和要求的落实。

2013 年 8 月 1 日，建设单位委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（原杭州华辰生态工程咨询有限公司，现已被中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司合并）开展西、东段工程水土保持现场监测工作。水土保持监理工作由主体工程监理单位一并承担。2019 年 11 月，委托温州市水利电力勘测设计院有限公司（原“温州市水利电力勘测设计院”，以下简称“我院”）承担了温州市域铁路 S1 线一期工程灵昆车辆段项目水土保持监测工作。根据监测工作开展进度，各监测阶段提交的成果主要为：2013 年 8 月，提交《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持监测实施方案》；每季度第 1 个月内编报上一季度监测季报，针对施工期水土流失情况向建设单位提出建议，同时上报水行政主管部门，共提交季报 20 期。2019 年 12 月，提交《温州市域铁路 S1 线一期工程灵昆车辆段项目水土保持监测实施方案》；每季度第 1 个月内编报上一季度监测季报，针对施工期水土流失情况向建设单位提出建议，同时上报温州市水利局，共提交季报 17 期。

2024 年 5 月，工程水土保持设施运行良好，发挥了较好的水土保持效益，水土保持设施验收条件已经成熟，按照《生产建设项目水土保持监测规程》(试行)的要求，着重对生产建设项目水土流失的六项防治指标、水土流失防治措施、三色评价结论进行了全面的分析与评价，形成了水土保持监测总结报告，为项目水土保持设施验收提供依据。

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161 号），水土保持监测实行“绿黄红”三色评价。经综合评定，本工程水土保持监测三色评价赋分 95.7 分，三色评价结论为“绿色”。

在监测报告编制过程中，得到了建设单位、监理单位和施工单位的积极支持和配合，在此表示衷心感谢！

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		温州市域铁路 S1 线一期工程									
建设规模	工程全场 52km，灵昆车辆段近期设检查库线 6 列位，存车线 12 列位，年检线 1 列位，镗轮线 1 条，远期预留存车线 18 列位。从半岛二站后接轨引出 2 条车辆出入段线，长 795m，车辆段用地面积 26.49hm ²				建设单位、联系人		温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司 章乐松				
					建设地点		温州市海港区				
					所属流域		瓯江				
					工程总投资		概算总投资 114792.21 万元				
					工程总工期		2013.3-2024.05，工期 135 个月				
水土保持监测指标											
监测单位			温州市水利电力勘测设计院有限公司			联系人及电话		马明			
自然地理类型			亚热带季风气候区			防治标准		一级标准			
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		地面观测、资料分析、实地调查量			2.防治责任范围监测		资料分析、实地调量量测、遥感监测			
	3.水土保持措施情况监测		调查监测、资料分析、实地调查量			4.防治措施效果监测		资料分析、实地调量量测、遥感监测			
	5.水土流失危害监测		实地调量量测、遥感监测			水土流失背景值		400t/km ² •a			
方案设计防治责任范围			446.02hm ²			容许土壤流失量		500t/km ² •a			
批复水土保持投资			9074.37 万元			水土流失目标值		500t/km ² •a			
防治措施				监测分区		工程措施		植物措施		临时措施	
				I 区		表土剥离 5.82 万 m ³ ，表土回覆 12.06 万 m ³ ，钻渣泥浆清运 80.36 万 m ³		撒播草籽 29.05hm ²		/	
				II 区		表土剥离 1.83 万 m ³ ，绿化覆土 4.73 万 m ³ ，路堑截水沟 260m，站场排水沟 5500m		路基边坡和站场绿化 79288m ²		路基临时排水沟，沉沙池	
				III 区		表土剥离 5.27 万 m ³ ，隧道边坡截水沟 400m		隧道开挖边坡喷混植生 0.20hm ²		路基临时排水沟，沉沙池	
				IV 区		表土剥离 7.96 万 m ³ ，表土回覆 4.09 万 m ³ ，FRPP 模压排水管 6130m		景观绿化 2.40hm ²		临时排水沟，沉沙池	
				V		表土剥离 17.18 万 m ³ ，表土回覆 17.18 万 m ³ ，场地平整 134.45hm ² ，土地复垦 93.44hm ²		撒播草籽 13.72hm ²		临时排水沟，沉沙池、临时挡墙、遮盖	
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%	>97%	防治措施面积	88.11 hm ²	扰动土地总面积	189.76hm ²	永久建筑物及硬化面积	100.64 hm ²	
		水土流失总	97%	>97%	防治责任范围面	227.14hm ²		水土流失总	89.14hm ²		

	治理度			积		面积	
	土壤流失控制比	1.25	>1.25	容许土壤流失量	500t/km²•a	工程措施面积	33.02hm²
	拦渣率	95%	>95%	监测土壤流失情况	400t/km²•a	植物措施面积	55.09hm²
	林草植被恢复率	99%	>99%	可恢复林草植被面积	55.12hm²	林草类植被面积	55.09hm²
	林草覆盖率	27%	>27%	实际拦挡弃渣量	340.43 万 m³	总弃渣量	341.00 万 m³
	水土保持治理达标评价	六项指标均已达到批复水土保持方案设计的目标值。					
	总体结论	本工程实施的水土保持措施合理有效，达到验收条件					
主要建议		加强绿化养护工作。					

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

温州市域铁路 S1 线一期工程西起瓯海区潘桥镇,向北经沿海铁路温州南站后,折向东上跨沿海铁路至温州西站,沿既有金温铁路廊道至温州东站,折向南沿龙湾区南洋大道、前房路经奥体中心至龙湾机场,出机场后向北跨越瓯江南口至灵昆半岛。其中,桐岭至奥体中心段(以下简称“西段”)工程由桐岭车辆段至奥体站,全长 34.48Km,沿线跨越温州市瓯海区、鹿城区和龙湾区。奥体中心(不含)至半岛二站段(以下简称“东段”)工程由奥体中心站(不含)至半岛二站,全长 17.52km,沿线跨越温州市龙湾区和洞头区。灵昆车辆段位于温州市瓯江口浅滩一期 G-02-05 地块,靠近半岛三站设置,北侧为灵昆检修基地,东侧为经十四路及海岸线,南侧为滨水南路。

工程地理位置详见附图 1。

1.1.2 工程规模及项目组成

一、工程规模

铁路等级:市域铁路;正线数目为双线,速度目标值为 120km/h(局部地段限速);正线线间距为 4m;最小曲线半径:一般地段 800m,困难地段 700m;最大坡度:一般地段 20‰,困难地段 30‰;站台长度 140m;站台宽度:侧式 4.0~9.5m,岛式 11.0~13.5m。行车指挥系统:列车自动监控系统(ATC);列车运行控制方式:初、近期点式 ATC 系统,远期 CBTC 系统。

西段线路全长 34.48Km,其中路基 5.14Km,桥梁 20.52Km,隧道 1.32Km,地下线 7.50Km,设置 15 座车站(含预留车站),1 个桐岭车辆段。

东段线路全长 17.52km,其中路基 0.17km,桥梁 10.60km,地下线 6.75km,设置 5 座车站。

灵昆车辆段出、入段线两座特大桥均于正线里程 DK51+543.270 处引出,在正

线左、右两侧与之并行，出段线于正线里程 DK51+928.270 处下穿正线至线路北侧，与入段线并行跨越双瓯河及跨海一路后，引进灵昆车辆段。灵昆车辆段为新建工程，近期设检查库线 6 列位，存车线 12 列位，年检线 1 列位，镟轮线 1 条，远期预留存车线 18 列位。从半岛二站后接轨引出 2 条车辆出入段线，长 795m，车辆段用地面积 26.49hm²。

灵昆车辆段主要经济技术指标见表 1-1。

灵昆车辆段工程主要经济技术指标表

表 1-1

序号	项 目		数 量			附 注
			初期	近期	远期	
1	设计规模	存车场（列位）	12	30	30	
		检查（列位）	6	6	6	
		年检（列位）	1	1	1	
		清洗吹扫（列位）	1	1	1	
2	桥涵	涵（座—横延米）	-			
		大桥（m）	795			
3	拆迁房屋	用地范围内（m ² ）	-			
4	新建房屋	综合楼（m ² ）	6899.4			
		检查库及边跨（m ² ）	18828.2			
		消防泵房及水池（m ² ）	465.7			
		清洗吹扫库（m ² ）	5611.4			
		跟随动调及试验间（m ² ）	523.4			
		材料棚（m ² ）	1056.7			
		20/0.4KV 变电所一（m ² ）	260.8			
		20/0.4KV 变电所二（m ² ）	284.4			
		工程车及调机库（m ² ）	3103.6			
		综合维修物资总库（m ² ）	3737.4			
		给水加压站（m ² ）	409.3			
		不落轮璇库（m ² ）	456.2			
		轮对踏面诊断棚（m ² ）	36.0			
		洗车库（m ² ）	1375.9			
		门卫一（m ² ）	38.9			
		门卫二（m ² ）	7.0			
		总计（m ² ）	43094.3			
5	占地面积	车辆段用地面积合计（hm ² ）	26.49			

序号	项 目		数 量			附 注
			初期	近期	远期	
6	投资	车辆段概算总额（万元）	114792.21			

二、出入段线设计

1、出入段线平面设计

入段线由半岛二站出站端通过道岔引出，沿规划滨水南路路侧直行 384.3m 后以 300m 半径， $29^{\circ}47'16.9''$ 偏角前行 155.97m，再向东直行 101.6m 后以 300m 半径， $29^{\circ}47'16.9''$ 偏角前行 155.97m 再向东直行 218.33m 后接入灵昆车辆段。入段线长度 1074.542m。

出段线由半岛二站出站端通过道岔引出，沿规划滨水南路路侧直行 421.7m 后以 300m 半径， $29^{\circ}47'16.9''$ 偏角前行 155.97m，再向东直行 127.762m 后以 300m 半径， $29^{\circ}47'16.9''$ 偏角前行 155.97m 再向东直行 216.6m 后接入灵昆车辆段。出段线长度 1078m。

2、出入段线纵断面设计

入段线由半岛二站出站端通过道岔引出，与正线接轨点轨面标高为 21.412m。入段线先以 160m 的坡长，4.5‰ 的缓坡爬升，后再以 330m 的坡长，20‰ 的坡度快速下降致 15.621m，后为 110m 的平坡，再以 205m 的坡长，17‰ 的坡度下降 12.136m 上跨跨海一路后再以坡长 205m，34.57‰ 坡度快速降至灵昆车辆段轨面标高 5.05m，然后平坡顺向接入灵昆车辆段。

出段线由半岛二站出站端通过道岔引出，与正线接轨点轨面标高为 21.412m。出段线先以 160m 的坡长，4.5‰ 的缓坡爬升，后再以 330m 的坡长，20‰ 的坡度快速下降致 15.621m，后为 113.46m 的平坡下穿 S1 线正线，再以 205m 的坡长，17‰ 的坡度下降 12.136m 上跨跨海一路后再以坡长 205m，34.57‰ 坡度快速降至灵昆车辆段轨面标高 5.05m，然后平坡顺向接入灵昆车辆段。

3、出入段线桥梁设计

本工程范围桥梁总计 1 座——795 延米。

灵昆车辆段入段线特大桥起讫里程为 D3DK0+115.813~D3DK0+903.863，桥梁全长 788.05m；灵昆车辆段出段线特大桥起讫里程为 D4DK0+115.813 ~ D4DK0+907.263，桥梁全长 791.35m，结构形式分为简支箱梁和连续箱梁两种，支

架现浇简支箱梁共40跨，支架现浇连续箱梁2联。

出入段线桥梁工程设计概况见表1-2。

出入段线桥梁工程设计概况表

表1-2

项目	桥长（m）	孔数~跨径（m）	基础、承台、墩柱结构类型
入段线桥梁	788.05	简支梁20跨、连续梁1联140m:（3~35）m单线简支箱梁+（40+60+40）m单线连续梁+（2~35）m单线简支箱梁+（2~30）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~30）m单线简支箱梁+（1~25）m单线简支箱梁+（1~24）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~21）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~30）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁	基础：钻孔灌注桩126根，桩径1~1.5m，桩长68.5~78.5m 承台：矩形状
出段线桥梁	791.35	简支梁20跨、连续梁1联140m:（3~35）m单线简支箱梁+（40+60+40）m单线连续梁+（2~35）m单线简支箱梁+（2~30）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~30）m单线简支箱梁+（1~25）m单线简支箱梁+（1~24）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~21）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁+（1~30）m单线简支箱梁+（2~35）m单线简支箱梁	基础：钻孔灌注桩116根，桩径1~1.5m，桩长68.5~78.5m 承台：矩形状

四、路基设计

1、路基面宽度

区间直线地段路基面宽度及道床厚度见表1-3。

路基面宽度及道床厚度

表1-3

轨道 类型	道床厚度（m）		路肩宽度 （m）	线间距 （m）	路基面 宽度（m）							
	土质	石质或 级配碎石			单线				双线			
					路堤		路堑		路堤		路堑	
					土质	级配 碎石	土质	石质	土质	级配 碎石	土质	石质
有砟 轨道	0.50	0.35	≥0.8	4.0	7.8		7.8	7.6	11.8		11.8	11.6
无砟 轨道			≥0.8	4.0	7.6				11.6			

注：1、表中“土质”、“石质”、“级配碎石”指基床表层类型。

2、路基面形状

有砟轨道地段路基面形状设计为三角形路拱，由线路中心向两侧设4%的横向排水坡；曲线地段路基面加宽时，仍保持三角形形状。

无砟轨道支承层底部范围内路基面水平设置，支承层以外两侧路基面设置4%的向外横向排水坡。

3、路基标准横断面

区间直线地段轨道路基标准横断面形式见图1-1、1-2。

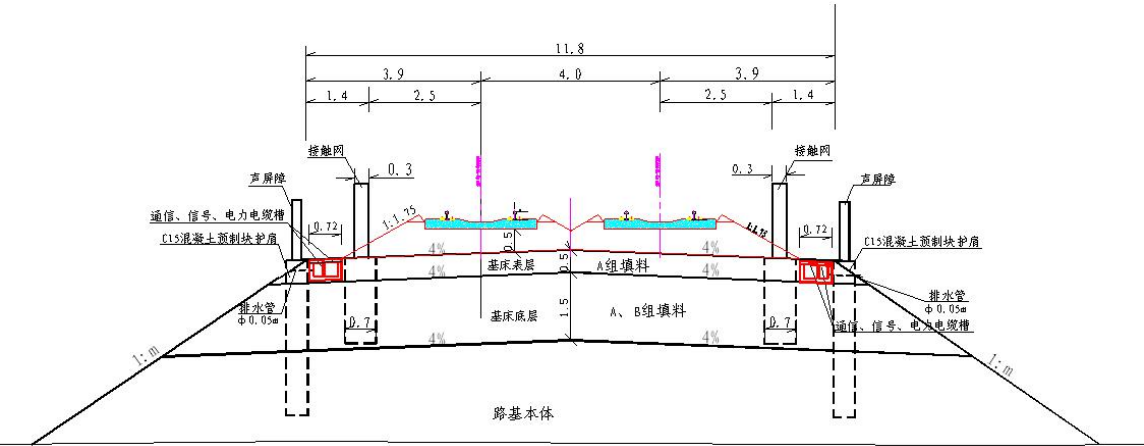


图 1-1 双线有砟轨道路堤标准横断面图

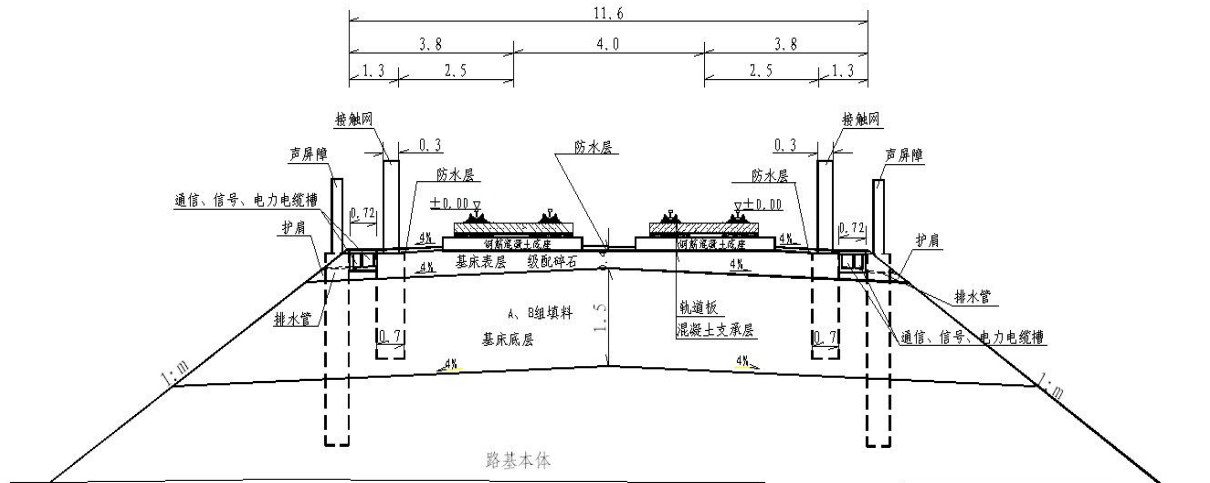


图 1-2 双线无砟轨道路堤标准横断面图

五、建筑设计

灵昆车辆段整体为东西狭长走向，线路从西端引入，向东贯穿整个车辆段，沿着线路结合工艺检修要求布置有综合维修物资总库、轮对受电弓自动检测棚、洗车库、给水加压站、工程车及调机库、变电所、材料棚、清洗吹扫库等规模较小的生产房屋，规模较大的检查库及边跨位于场地东端，综合楼设于场地的东北侧。

车辆段内设环行运输道路和消防道路，设出入口3处与段外既有道路相连，主出入口位于西侧靠近综合楼处，北侧设出入口与灵昆检修基地相联通，西侧设有次出入口。综合楼附近及盖外路边机动车停车位。

1、综合楼:

综合楼位于场地东北部、检查库右上方，平屋面造型，地上2层。总面积为6899.4m²。综合楼每层层高为4.5m。建筑计算高度为9.98m，为多层民用建筑，建筑物耐火等级二级。综合楼的东侧主要为宿舍等功能，北侧底层设食堂，其余为办公及设备用房。

综合楼共分为4个防火分区，每层的东侧宿舍部分严格与办公部分隔开，各为一个防火分区，且每个防火分区设置有2个消防疏散口通向楼梯间或室外，疏散距离满足建筑设计防火规范要求。

2、检查库及边跨

库长172.75m，宽89.7m，建筑面积18828.2m²；主体一层，边跨局部三层，建筑高度16.85m（室外地面至屋面完成面）。检查库的北端与综合楼相邻，东端与车辆物资总库相邻。检查库内有7条股道，库内入库端地面标高平轨顶标高5.050m，轨道桥作业区地面标高比轨顶低0.95m，并设置长145m、宽1.2m、深1.65m的检修地沟6条，检查库的轨道桥两侧设双层作业平台。非轨道桥作业区设有天车，走形轨标高为7.2m，设轨道与转向架存放间连通。

主库结构为钢筋混凝土框架结构，主库外墙采用200厚加气混凝土砌块墙，屋面为上盖平台板；边跨为框架结构，外墙、有水房间内墙采用烧结页岩多孔砖，其余内墙采用加气混凝土砌块，内、外墙厚200mm，屋面为上盖平台板。检查库按生产的火灾危险性分类为丁类厂房，耐火等级一级，一层划分为一个防火分区，边跨二层主要为办公用房单独划一个防火分区，边跨三层为排烟机房单独划一个防火分区，每个防火分区设置有消防疏散口通向封闭楼梯间或室外，疏散距离满足建筑设计防火规范要求。

房屋面积表

表 1-4

编号	名称	初设修改 建筑面积	建筑类别	结构类型	备注
1	综合楼	6899.4	民用建筑	钢筋混凝土框架剪力 墙结构	二层
2	检查库及边跨	18828.2	丁类厂房	钢筋混凝土框架结构	主体一层，局部 3 层
3	消防泵房及水池	465.7	民用建筑	钢筋混凝土框架结构	一层
4	清洗吹扫库	5611.4	戊类厂房	钢筋混凝土框架结构	主体一层，局部 2 层
5	跟随动调及试验间	523.4	丁类厂房	钢筋混凝土框架结构	一层
6	材料棚	1056.7	戊类仓库	钢筋混凝土框架结构	一层
7-1	20/0.4kV 变电所 1	260.8	民用建筑	钢筋混凝土框架结构	一层
7-2	20/0.4kV 变电所 2	284.4	民用建筑	钢筋混凝土框架结构	一层
8	工程车及调机库	3103.6	丙类厂房	钢筋混凝土框架结构	主体一层，局部 3 层
9	综合维修物资总库	3737.4	丙类仓库	钢筋混凝土框架结构	主体一层，局部 3 层
10	给水加压站	409.3	丁类厂房	钢筋混凝土框架结构	一层
11	不落轮镟库	456.2	丁类厂房	钢筋混凝土框架结构	一层
12	轮对踏面检测棚	36.0	丁类厂房	钢筋混凝土框架结构	一层
13	洗车库	1375.9	戊类厂房	钢筋混凝土框架结构	一层
15-1	门卫一	38.9	民用建筑	钢筋混凝土框架结构	一层
15-2	门卫二	7.0	民用建筑	钢筋混凝土框架结构	一层
	总建筑面积	43094.3			

1.1.3 工程投资及工期

工程（全线）概算总投资 184.68 亿元，其中工程费用 104.78 亿元。资金构成包括资本金和银行贷款，资本金的 50%由财政出资解决，另外 50%由企业和自然人出资解决，资本金以外的资金由银行贷款解决。

西段线路土建投资 31.25 亿元，东段线路土建投资 43.49 亿元，灵昆车辆段土建投资 11.48 亿元。

温州市域铁路 S1 线一期工程西段于 2013 年 3 月 21 日正式开工，东段于 2014 年 4 月开工建设，2019 年 9 月 28 日东、西段全线开通运营；灵昆车辆段于 2019 年 10 月 28 日进场施工，2022 年 6 月，A 标出入段线特大桥工程和站场与路基工程完成单位工程验收，2022 年 12 月，基本完成土建施工，继续上盖平台开发建设，2024 年 5 月，工程基本完工，场地交由温州市域铁路 S1 线灵昆车辆段上盖开发一层平台建设工程继续施工，2025 年 4 月，上盖一层平台开发建设施工结束，场内施工痕迹已清理后平整。

1.1.4 工程征、占地

根据项目征占地及施工资料，西段实际征占地面积 106.67hm²，其中永久占地 90.25hm²，临时占地 16.42hm²；东段实际征占地面积 56.60hm²，其中永久占地 39.91hm²，临时占地 16.69hm²；灵昆车辆段实际征占地面积 26.84hm²，其中永久占地 26.49hm²，临时占地 0.35hm²。S1 线一期工程实际征占地面积 190.11hm²，其中永久占地 156.65hm²，临时占地 33.46hm²。

1.1.5 工程施工组织

S1 线一期工程施工组织详见表 1-5。

温州市域铁路 S1 线一期工程施工组织一览表

表 1-5

单位类别	单位名称	工作内容
建设单位	温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司	工程建设、投资管理
主体设计单位	中铁第四勘察设计院集团有限公司	工程主体设计
方案编制单位	温州市水利电力勘测设计院有限公司	水土保持方案编制
监理单位	上海天佑工程咨询有限公司、北京铁城建设监理有限责任公司、广州珠江工程建设监理有限公司、上海华东铁路建设监理有限公司、华铁工程咨询有限责任公司、铁四院（湖北）工程监理咨询有限公司、上海建科工程咨询有限公司和浙江祥泓工程咨询有限公司	西段施工监理
	广东铁路建设监理有限公司（SG11A、11B、15、16 标）、浙江江南工程管理股份有限公司（机场 2 标）、西安铁一院工程咨询监理有限责任公司（SG13、14 标）、上海建科工程咨询有限公司（机场 1 标）	东段施工监理
	西安铁一院工程咨询监理有限责任公司、浙江中铁科工程咨询有限公司联合体	灵昆车辆段施工监理
水土保持监测单位	中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司	西、东段水土保持监测
	温州市水利电力勘测设计院有限公司	灵昆车辆段水土保持监测
施工单位	中铁四局集团有限公司（SG1 标段、涉铁代建段）	西段土建施工
	中铁十二局集团有限公司（SG2 标段）	
	中铁十局集团有限公司（SG3 标段、桐岭 A 标段）	
	中铁十一局集团有限公司（SG4 标段、SG5A 标段、桐岭 B 标段）	
	中铁三局集团有限公司（SG5B 标段、SG6B 标段）	
	中铁二局股份有限公司（SG6A 标段）	
	中铁上海工程局集团有限公司（SG7 标段）	
	中铁二十四局集团有限公司（SG8 标段）	

	中铁一局集团有限公司 (SG9 标段)	
	中铁隧道局集团有限公司 (SG10A 标段、SG10B 标段)	
	中铁隧道局集团有限公司 (SG11A 标段)	东段土建施工
	中铁二十一局集团有限公司 (SG11B 标段)	
	上海城建市政工程 (集团) 有限公司 (机场 1 标段)	
	中铁十六局集团有限公司 (机场 2 标段)	
	中铁十四局集团有限公司 (SG13 标段)	
	中铁四局集团有限公司 (SG14 标段)	
	中铁七局集团有限公司 (SG15 标段)	
	中铁大桥局集团有限公司 (SG16 标段)	
	中铁隧道局集团有限公司和中铁十一局集团有限公司	
	中铁隧道局集团有限公司和中铁十一局集团有限公司	灵昆车辆段土建施工
第三方测量单位	中铁工程设计咨询集团有限公司	工程测量
第三方检测单位	广信检测认证集团有限公司温州分公司	常规检测
	温州信达交通工程试验检测有限公司	专项检测
监督单位	温州市交通工程管理中心	工程质量监督

1.1.6 工程土石方量

本工程实际土石方开挖总量 419.81 万 m³ (钻渣 95.29 万 m³, 土方 265.34 万 m³, 表土 17.40 万 m³, 石方 28.06 万 m³, 建筑垃圾 13.72 万 m³), 填筑量 227.82 万 m³ (土方 70.55 万 m³, 表土 5.06 万 m³, 石方 152.21 万 m³), 自身开挖利用土方 78.60 万 m³, 借方量 149.01 万 m³, 均为石方, 余方 341.00 万 m³ (钻渣 95.29 万 m³, 土方 194.79 万 m³, 表土 12.34 万 m³, 石方 24.86 万 m³, 建筑垃圾 13.72 万 m³), 外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区消纳。

1.1.7 项目区概况

1、地形地貌

本项目区域内大地构造属华夏古陆、闽浙地块东部边缘, 该区自前震旦吕梁运动升起成陆台, 至中古代侏罗纪后期与白垩纪, 酸性岩浆大量运动, 喷发的凝灰岩和流纹岩等构造软弱带侵入, 形成花岗岩和长英岩等。第四纪以来, 该区又有上升, 第三纪沉积缺失。第四纪海、陆交替相互沉积, 其沉积物主要有砂砾石层和滨海相的淤泥及淤泥质粘土。本地块地貌属海积平原地貌, 海岸线长, 海涂辽阔, 地势平坦, 河道纵横, 一般坡度小于 1 度。由海相沉积的淤泥和淤泥质粘土组成, 区域东部滩涂因泥沙淤积而逐年向外延伸。

2、气象水文

项目区属中亚热带海洋季风气候区，多年平均气温 18.04℃，年平均蒸发量 1310mm，年平均相对湿度 82%。项目区多年平均降水量为 1737.9mm，极端最大降雨量 2627.8mm（1973 年），极端最小降雨量 1103.0mm（1979 年）。多年日最大降水量≥25mm 的日数 18.5 天。降水集中在 5~9 月份，占全年的 64.7%。

项目所在的瓯江口地区陆域主要河流为瓯江及贯穿永强全境的永强塘河。其中，瓯江是浙江省第二大河，干流总长 388km；永强、灵昆、七里为平原水网地形，内部河流较多，纵横交错，汇入瓯江。

3、土壤植被

项目区土壤主要为海洋性淤泥软基上吹填而成，土壤类型为滨海盐土。

工程所在地适生草树种如下：草皮以种植马尼拉草坪为主，乔灌木以雪松、侧柏、香樟、墨西哥落叶杉、罗汉松、珊瑚树、海棠花、大叶黄杨、牡丹、金丝桃、月季、杜鹃、玫瑰、紫玉兰、八仙花、垂丝海棠、鸡爪槭等为主。

4、水土流失状况

项目区属水力侵蚀为主类型区中的南方红壤丘陵区，允许土壤侵蚀模数为 500t/(km²·a) 左右，背景土壤侵蚀强度属微度侵蚀。

根据《关于印发<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>的通知》（办水保〔2013〕188 号），温州市不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《关于公布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（浙江省水利厅、浙江省发展和改革委员会公告〔2015〕2 号），本项目所在区域不属于省级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《温州市水土保持规划》（2015 年），本工程不涉及市县级水土流失重点预防区和重点治理区。经向当地国土、水利、环保部门调查，工程沿线不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区、以及易引起严重水土流失和生态恶化地区。

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

本工程由温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司负责建设，建设单位指派

专人负责工程建设期间的水土保持工作，制定了施工组织制度、质量控制制度、安全生产制度、环境保护制度等规章制度，要求各施工单位项目经理部的项目经理或总工程师负责标段范围内的水土保持工作，确保水土保持工程的顺利实施。建设单位组织各施工单位开展水土保持宣传和教育工作，提高施工管理人员的水土保持意识，加强监理单位对工程施工过程中的监督和管理，为工程建设水土保持工作提供质量和技术保障。

1.2.2 水土保持方案编报及变更情况

根据《中华人民共和国水土保持法》，温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司于 2011 年 2 月委托温州市水利电力勘测设计院（现更名为温州市水利电力勘测设计院有限公司）承担《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持方案报告书》的编制工作。2012 年 3 月，水保方案编制单位根据专家组意见修编完成《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持方案报告书（报批稿）》。2012 年 4 月 23 日，浙江省水利厅以下发“关于温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持方案的批复（“浙水许〔2012〕26 号”）”批复了工程水土保持方案。

本工程建设期间，未发生重大的水土保持变更。

1.2.3 三同时制度的落实

建设单位在工程可研设计阶段同步委托方案编制单位编制完成了工程水土保持方案，并取得水行政主管部门的批复；后续设计阶段将水土保持工程纳入主体工程设计内容中。工程建设过程中，施工单位在主体工程施工期间基本同步实施了截排水、临时防护等措施，工程建设后期实施了工程绿化措施。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 接受委托时间

2013 年 8 月 1 日，建设单位委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（原杭州华辰生态工程咨询有限公司，现已被中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司合并）开展西、东段工程水土保持现场监测工作。

2019 年 11 月，建设单位委托温州市水利电力勘测设计院有限公司（原“温州市

水利电力勘测设计院”)开展本工程水土保持监测工作，并签订合同。

1.3.2 监测实施方案编制

接受委托后，各单位随即组织水土保持监测技术人员进行了现场查勘，根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的技术要求，于 2013 年 8 月，编制了《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持监测实施方案》；于 2019 年 12 月，编制了监测《温州市域铁路 S1 线一期工程灵昆车辆段项目水土保持监测实施方案》。

1.3.3 监测实施方案执行的情况

本工程水土保持监测项目部按监测实施方案确定的监测技术路线，采用调查法、沉沙池法、植物样地等手段，并在项目区布置水土保持监测点，对施工期的扰动土地、土石方平衡、水土流失、措施布置、弃渣处置等进行了监测，基本摸清了工程建设期间的水土流失状况及防治措施效果。

1.3.4 监测项目部设置

为了对施工建设过程中的水土流失进行适时地监测和监控，了解本项目水土保持方案实施情况，掌握建设生产过程中水土流失发生的时段、强度等情况，并及时采取相应的防控措施，最大限度地减少水土流失，各单位成立了水土保持监测项目部，针对项目实际情况，落实各项水土保持监测任务。明确责任到人，详细分工，同时加强与业主、施工单位和监理单位的联系，以便及时获取工程进展情况，保证监测成果质量，人员组成见下表。

工程水土保持监测人员安排

表 1-6

姓 名	职称、职务	专 业	人员安排
马 明	高级工程师	水土保持与荒漠化防治	项目负责人、成果校核、报告编写
蔡智才	工程师	水土保持与荒漠化防治	外业调查、报告编写
林雯淇	助理工程师	水土保持与荒漠化防治	报告编写、外业调查
娄一青	正高级工程师	水利工程	审查

田小平	正高级工程师	水利工程	核定
-----	--------	------	----

工程水土保持监测人员安排

表 1-7

姓 名	职称/职务	拟任职务	人员安排
周永峰	工程师	项目负责人	项目负责人、成果校核、报告编写
李健	教高/专总	责任总工	外业调查、报告编写
李彩霞	高工	监测工程师	报告编写、外业调查
张飞	高工	监测工程师	审查
贾洋海	工程师	监测工程师	核定

1.3.5 监测点布设

为了对施工建设过程中的水土流失进行适时地监测和监控，了解本项目水土保持方案实施情况，掌握本工程水土保持监测项目组按监测实施方案确定的监测技术路线，共布置水土保持监测点 5 个。

工程水土保持监测点布设情况一览表

表 1-8

监测分区	监测点位置	重点监测内容	监测频次
桥梁工程 监测区	瓯江南口特大桥	监测桩基施工土壤侵蚀量、侵蚀类型、扰动土地情况、钻渣泥浆防护措施的实施及运行情况等	施工期，至少 每月1次，遇 暴雨加测1次
	桥梁工程DK5+500		
	桥梁工程DK21+000		
	车辆出入段线		
路基工程 区间监测 区	机场地下区间出口附近 (DK41+500附近)路基边坡	工程路基边坡坡面土壤侵蚀量、侵蚀类型、扰动土地情况、边坡防护措施的 实施及运行情况	
	温州南站附近(DK5+800附近) 路基边坡		
地下工程 区间监测 区	石坦隧道进口 (DK23+602)隧道开挖洞脸	监测地下区间施工过程中开挖的土壤侵蚀量、土壤侵蚀类型、扰动土地情况及防护措施的 实施和运行情况	
	机场地下区间		
配套设施 工程监测 区	桐岭车辆段	监测施工过程中土壤侵蚀量土壤侵蚀类型、扰动土地情况及施工结束后各项水土保持措施的 实施及运行情况	
	灵昆车辆段		

施工临时 设施工程 监测区	石坦隧道出口中转场堆场	监测施工临时设施占地区域的土壤侵蚀量土壤侵蚀类型、扰动土地情况及施工结束后各项水土保持措施的实施及运行情况	
	石坦隧道施工营地		
	SG6B标施工便道		
	潘桥表土堆放场		
	机场地下区间施工营地		
	SG14标.施工便道		
	机场地下区间堆土		
	灵昆车辆段施工营地		

1.3.6 监测设施设备

本工程的监测设备主要有：激光测距仪、GPS、罗盘、数码相机、笔记本电脑、无人机等。用于该项目水土保持监测的设施主要有：非标准小区、简易观测（小区）场、植被标准地样方等。

监测设施及设备详见表 1-8。

工程水土保持监测设施设备一览表

表 1-9

序号	设施和设备	型 号	单位	数量	备 注
一	设 施				
1	沉沙池		个	26	用于观测水土流失量
2	泥浆周转池		个	175	用于观测泥浆防护情况
3	植被样方		个	20	用于观测植被生长情况
4	其他设施布置用品				油漆、监测牌等，用于监测设施的布置
二	设 备				
1	激光测距仪		台	2	便携式
2	天平		套	2	1/500g
3	土壤刀、铝盒、环刀、烘箱		套	2	用于土壤含水率、容重的量测
4	手持式 GPS		台	2	监测点、渣场等的定位量测

序号	设施和设备	型 号	单位	数量	备 注
5	罗盘、塔尺		套	2	用于测量坡度
6	测高仪、胸径尺		台	2	测量植物生长状况
7	数码照相机		台	2	用于监测现场的图片记录
8	数码摄像机		台	1	用于监测现场的影像记录
9	笔记本电脑		台	3	用于数据处理
10	无人机		台	1	用于现场航拍监测
11	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿、化学试剂、分析纯、打印纸等
12	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料、小五金构件及易损配件补充
13	监测人员劳保用品		套	5	登山鞋、雨鞋、工具包等
14	用品柜		个	1	试剂、物品、资料贮存

1.3.11 监测技术方法

本工程水土保持监测采取以调查监测为主，地面观测、无人机遥感监测、巡查监测为辅的监测技术方法。对整个项目建设区内各项工程建设进度、工程建设扰动土地面积、水土流失危害、水土保持措施建设情况、水土流失防治效果，以及水土保持工程设计、水土保持管理等方面的情况进行调查监测；对土壤侵蚀、水土流失等情况进行地面观测。

1.3.12 监测成果提交情况

2013 年 8 月 1 日，建设单位委托中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司（原杭州华辰生态工程咨询有限公司，现已被中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司合并）开展西、东段工程水土保持现场监测工作。水土保持监理工作由主体工程监理单位一并承担。根据监测工作开展进度，各监测阶段提交的成果主要为：2013 年 8 月，提交《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持监测实施方案》；每季度第 1 个月内编报上一季度监测季报，针对施工期水土流失情况向建设单位提出建议，同时上报水行政主管部门，共提交季报 20 期。2018 年 12 月，编制监

测总结报告，作为水土保持设施验收的依据，提交对象为温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司和温州市水利局。

2019 年 11 月，受建设单位委托，我院开展了本工程水土保持监测工作，并成立了温州市域铁路 S1 线一期工程灵昆车辆段项目水土保持监测项目组。根据监测工作开展进度，各监测阶段提交的成果主要为：2019 年 12 月，提交水土保持监测实施方案；每季度第 1 个月内编报上一季度监测季报，针对施工期水土流失情况向建设单位提出建议，同时上报温州市水利局和全国水土保持信息管理系统，共提交季报 17 期。水土保持监测任务完成后编制监测总结报告，作为水土保持设施验收的依据，提交对象为温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司和温州市水利局。

1.3.13 重大水土流失危害事件处理等情况

本工程建设期间，未发生重大水土流失危害事件。

2 监测内容与方法

2.1 监测目标和原则

2.1.1 监测目标

1、评价工程建设对水土流失产生的实际影响，掌握水土保持措施在防治新增水土流失过程中所起的作用，以及水土流失危害情况，并对存在的水土流失问题及时提出建议和措施。

2、了解各项水土保持设施运行情况，分析水土保持工程的实施进度合理性，掌握水土保持措施防治效果，及时发现和纠正造成水土流失的不规范施工行为，确保水土保持设施的正常有效运行，为水土保持设施进一步完善和发挥作用提供依据。

3、验证水土保持方案实施后蓄水保土、防蚀减灾等效益，检验水土保持效益分析的合理性。

4、水土保持的监测成果是水土保持设施验收的重要依据。

2.1.2 监测原则

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)、《温州市域铁路 S1 线一期工程水土保持方案报告书（报批稿）》及浙江省水利厅关于工程水土保持方案的批复文件“浙水许〔2012〕26 号”要求，结合本工程建设水土流失特点，确定主要监测原则如下：

地面观测和调查监测相结合：地面观测主要针对工程施工强度大、可能引发较大水土流失量的区域，主要为出入段桥梁钻渣、路基施工裸露面等；调查监测主要对工程土石方量、地表扰动面积、防治措施等不定期监测，从而了解水土流失因子变化情况。

2.2 监测内容及方法

根据监测实施方案及《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保

〔2015〕139 号) 的规定, 本工程水土保持监测内容主要为主体工程建设进度、原地貌土地利用、植被覆盖度、扰动土地、防治责任范围、取土(石、料)弃土(石、渣)、水土保持措施、土壤流失量等。重点监测内容为水土保持方案落实情况、土壤流失量、扰动土地及植被占压情况, 以及水土流失防治措施实施情况等。

水土保持措施试运行期重点对水土流失防治效果进行监测, 对已实施的工程措施和临时措施的工程量、完好程度、运行情况及施工进度等进行监测; 对已实施的植物措施的植物类型、实施面积、成活率、生长状况及植被盖度(郁闭度)等监测; 并对防治效果评价指标及后期管理制度等主要情况进行监测。

2.2.1 主体工程建设进度

通过查阅建设单位工程简报、施工单位施工月报及监理单位监理月报, 掌握主体工程形象进度及投资完成情况。

2.2.2 原地貌土地利用

通过查阅工程征占地资料, 结合遥感影像, 确定工程占地区域的土地利用类型和面积。

2.2.3 水土流失因子

(1) 气象因子

气象因子监测指标指降水, 采用调查监测, 向当地气象部门或水文部门收集。

(2) 植被因子

植被因子监测指标包括植被类型、郁闭度、覆盖度、覆盖率, 采用调查监测获取。

①植被类型与植物种类: 采用调查监测, 对监测区范围的植物种类进行统计分析。

②郁闭度: 是指林冠投影面积与林地面积的比值, 一般用小数表示。郁闭度可采用照相法。

③覆盖度: 是指低矮植被覆盖地表的程度, 针对灌木和草本, 一般用百分数表示。

测量方法可采用探针法, 在打好的 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 样方(分成 100 个小格)内使用探

针在样方内随机扎，扎到植被记作 1，没有扎到植被记作 0，计算探针扎到植被的次数/试验总次数的比值，即可算作覆盖度。

④林草覆盖率：指在某一区域内，符合一定标准的乔木林、灌木林（面积 670m^2 以上的定义为乔灌木林地）和草本植物的土地面积占该区域土地面积的百分比。其中植被面积为盖度 >0.4 的灌草地均计作林草面积，覆盖度 ≤ 0.4 的灌草地的覆盖面积均按照实际面积与覆盖度的乘积进行换算。

植被覆盖度是指低矮植被覆盖地表的程度，针对灌木和草本，一般用百分数表示。

2.2.4 扰动土地面积

以调查法为主，结合工程施工和平面布置图，在现场确定扰动区域的基础上，在工程平面布置图中标注，并在 CAD 中进行量测，成果报送建设单位确认。

2.2.5 防治责任范围

通过查阅设计、施工、监理资料，并结合现场调查，确定防治责任范围面积。

2.2.6 取土（石、料）弃土（石、渣）情况

通过查阅工程计量资料、相关购买和外运合同，对本工程土石方平衡内容进行计算，明确填方来源和余方去向。

2.2.7 水土保持措施

对照批复的工程水土保持方案，监测水土保持工程及植物防护措施是否到位，施工过程中是否有临时防护措施，主要通过现场调查监测和资料分析的方法进行监测。

水土保持工程措施实施情况主要监测内容为实施的工程量、质量和实施进度，以及运行情况（防护工程稳定性、排水工程通畅性、淤积情况等）。

水土保持植物措施实施情况监测内容除实施的工程量、质量和实施进度、林草植被生长情况、乔灌木的成活率、保存率、林草植被覆盖度等。

水土保持临时工程在施工过程中的水土流失防治效益一般较为显著，但因使用完毕后一般将会拆除，且在计量结算资料中基本不反映，对于其完成的工程量、

实施进度、运行情况等，主要通过现场调查结合询问调查或查阅施工日志等形式掌握临时工程实施情况。

2.2.8 土壤流失状况

(1) 土壤侵蚀类型

以现场调查监测为主，结合工程施工布置图，对监测区内不同施工工艺的区域进行调查，并在平面布置图中进行标注，反映内容包括土壤侵蚀类型、形式和分布情况。

(2) 土壤侵蚀量

土壤侵蚀量一般通过地面观测获取，本工程采用的地面观测方法主要通过沉沙池控制等形式确定。

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 水土保持防治责任范围

根据批复的水土保持方案，温州市域铁路 S1 线一期工程水土流失防治责任范围 446.02hm²，包括项目建设 309.67hm² 和直接影响区 136.35hm²。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土地部门签发的批复文件确定；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，确定工程实际发生的水土流失防治责任范围。

S1 线一期工程建设期实际发生的水土流失防治责任范围与方案设计阶段对比见表 3-1。

工程水土流失防治责任范围对比表

表 3-1

防治责任范围			面积（hm ² ）			
			水保方案	实际发生	实际发生-水保方案	原因分析
项目 建设区	永久 占地	西段	92.10	90.25	-1.85	随设计深度增加，主体工程设计发生变化，征占地面积发生变化
		东段	42.65	39.91	-2.74	
		灵昆车辆段	40.47	26.49	-13.98	
	小计		175.22	156.65	-18.57	
	临时 占地	西段	83.21	16.42	-66.79	工程合理安排施工时序减少临时设施布置并尽量利用红线范围布置临时设施
		东段	51.24	16.69	-34.55	
		灵昆车辆段	（3.76）	0.35	+0.35	工程项目部及生活区实际新增红线外占地
	小计		134.45	33.46	-100.99	
	小计		309.67	190.11	-119.56	
直接 影响区	周围 3m 影响 范围	西段	103.03	17.17	-85.86	实际仅对主线两侧 1m、明挖段两侧 2m、涉河段上下游 20m 范围造成影响，同时临时设施面积减少，直接影响区减少
		东段	32.45	19.86	-12.59	
		灵昆车辆段	0.87	0	-0.31	未对项目周边造成影响
	小计		136.35	37.03	-98.76	
总计			446.02	227.14	-218.88	

注: () 表示临时占地布设在永久占地范围内

与批复水土保持方案相比，防治责任范围减少了 218.88hm²，主要原因如下：

1、项目建设区面积变化

(1) 主线长度（西段）由可研阶段的 34.33km 增加至 34.48km，线路增加 0.15km，面积增加 0.20hm²。

(2) 车站开站数量（西段）由可研阶段的 10 座增加至 12 座，且实际车站征占地面积均有所增加，车站及其配套设施占地总面积增加 12.28hm²。

后续设计阶段，部分高架桥段根据实际需要用地宽度有所增加，车站及配套设施占地面积增加，致使（奥体中心至半岛二站段）桥梁工程区间用地面积增加 14.09hm²。

(3) 地下区间占地主要集中在矿山段出入口、明挖段沿线，矿山段沿线未涉及占地，实际征占地较方案设计减少 11.05hm²。

(4) 路基段实际征占地较设计阶段增加 0.80hm²。

路基仅在机场地下区间出口处少量设置，路基区间长度减少约 1.5km，占地面积减少 5.98hm²。

(5) 桐岭车辆段及其他配套工程实际征地较方案设计阶段减少 4.08hm²。

(6) 方案设计阶段在西段沿线共布置 9 座施工营地，1 处预制梁场，并在施工沿线 2~10m 范围布置施工活动区，施工场地面积达到 73.78hm²；实际施工中，尽量租用民房作为施工营地，新建施工营地 7 座，现浇混凝土，施工活动区尽量布置在桥下空地内，施工场地实际面积仅 10.27hm²，较方案设计减少 63.51hm²。

方案设计阶段在奥体中心至半岛二站段沿线共布置 4 处施工营地，1 处预制梁场，3 处临时堆土场，施工临时设施面积达到 50.30hm²；实际施工中，尽量租用民房作为施工营地，新建施工营地 5 处，钢筋加工场 4 处，临时堆土场 1 处，施工活动区尽量布置在桥下空地内，施工场地及临时堆土场实际面积仅 12.61hm²，较方案设计减少 37.69hm²。

(7) 西段工程在 5~10 标段施工沿线及地下段出入口均布置有施工便道，实际借地较方案设计增加 3.45hm²。

奥体中心至半岛二站段工程在 12~16 标段施工沿线均布置有施工便道，实际借地较方案设计增加 3.14hm²。

(8) 水保方案设计西段工程共布置土石方中转场 8 座，表土堆场 5 座，新增

占地约 7.24hm^2 ；实际施工时，挖方即挖即运，外运至围垦区消纳，仅在 7 标地下线入口、9 标地下明挖段沿线布置有堆土场，实际占地 0.51hm^2 ，较方案设计减少 6.73hm^2 。

(9) 灵昆车辆段实际施工时项目建设区减少防治责任范围 13.94hm^2 ，主要是因为随设计深度增加及主体工程初步设计变更，原设计的检查库线（4 列位）、停车线（6 列位）和综合维修基地（含物资总库）调整至灵昆，主体工程实际征占地发生变化。

2、直接影响区面积变化

(1) 拆迁安置区

水保方案设计将拆迁安置区纳入直接影响区范围，实际施工时拆迁安置与专项设施改建由当地政府负责实施，不在本次验收范围内。根据《浙江省生产建设项目水土保持方案技术审查要点》，“由当地政府负责拆迁安置并另行立项建设的，安置区不计入防治责任范围”，扣除拆迁安置区，实际占地减少 47.18hm^2 。

(2) 桥梁段施工影响范围变化

原水保方案设计桥梁段沿线陆域 2m、水域 50m 均为直接影响范围，实际施工时，通过加强施工管理，桥梁段实际影响范围为陆域两侧 1m、水域上下游 20m，直接影响区面积减少 29.50hm^2 。

(3) 地下区间段施工影响范围变化

原水保方案设计地下段沿线陆域 2m、上边坡 5m、下边坡 20m、水域 50m 为直接影响范围，实际施工时矿山法施工的地下段影响范围仅取出入口周边，明挖段取占地两侧 2m 影响范围，实际直接影响区面积较方案设计减少 3.06hm^2 。

(4) 路基段施工影响范围变化

原水保方案设计路基段沿线陆域 2m、水域 50m 作为直接影响范围，实际施工时，仅对路基沿线两侧 1m、水域上下游 20m 范围造成影响，直接影响区面积减少 2.88hm^2 。

(5) 临时设施区施工影响范围变化

由于实际临时设施占地较方案设计大幅减少了 101.88hm^2 ，实际直接影响区面积也大幅减少 15.69hm^2 。

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据现场监测数据，灵昆车辆段施工期扰动土地面积约 190.11hm^2 ，占地类型主要为农用地、建设用地及未利用地。

3.2 取土（石、料）监测结果

3.2.1 设计取土（石、料）情况

根据批复的水土保持方案，S1 线外借方共 106.29万 m^3 ，均为石方，商购自瑶溪胜利采石场。

3.2.2 取土（石、料）场位置及占地面积监测结果

S1 线一期工程未设置取土场。

3.2.3 取土（石、料）量监测结果

根据现场监测并结合工程施工监理资料，S1 线借方共计 149.01万 m^3 ，均为石方。均由各标段施工单位采取从工程附近当地石料场商购的方式解决。

3.3 弃土（石、渣）监测结果

3.3.1 设计弃土（石、渣）情况

根据批复的水土保持方案，S1 线施工产生余方 360.73万 m^3 ，运至灵昆半岛工程区回填消纳。

3.3.2 弃土（石、渣）场位置及占地面积监测结果

通过查阅施工和监理资料，S1 线施工共产生余方约 341.00万 m^3 ，包括建筑垃圾 13.72万 m^3 ，钻渣 95.29万 m^3 ，土方 194.79万 m^3 ，表土 12.34万 m^3 ，石方 24.86万 m^3 ，均外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区消纳。

3.3.3 弃土（石、渣）量监测结果

S1 全线实际土石方开挖总量 419.81万 m^3 （建筑垃圾 13.72万 m^3 ，钻渣 95.29万 m^3 ，土方 265.34万 m^3 ，表土 17.40万 m^3 ，石方 28.06万 m^3 ），填筑量 227.82

万 m³（土方 70.55 万 m³，表土 5.06 万 m³，石方 152.21 万 m³），自身开挖利用土方 78.81 万 m³，借方量 149.01 万 m³（宕渣 77.45 万 m³，石方 71.56 万 m³），余方 341.00 万 m³（建筑垃圾 13.72 万 m³，钻渣 95.29 万 m³，土方 194.79 万 m³，表土 12.34 万 m³，石方 24.86 万 m³）。

S1 线一期工程土石方平衡情况一览表

表 3-3

单位：万 m³

序号	项目	方案设计	监测结果	增减（+/-）	备注
1	开挖量	516.16	419.81	-96.35	随着设计深度的增加，通过断面设计优化 S1 线（桐岭至半岛二站段）地下区间开挖量减少；初步设计调整项目组成，灵昆车辆段实际开挖量增加；总体上开挖量减少
2	填筑量	261.72	227.82	-33.90	随着设计深度的增加，通过断面设计优化 S1 线（桐岭至半岛二站段）地下区间填筑量减少；初步设计调整项目组成，灵昆车辆段实际填筑量增加；总体上填筑量
3	借方量	106.29	149.01	+42.72	施工期间前期大部分挖方作为余方外运，后期地下区间回填土方商购，借方增加
4	余方量	360.73	341.00	-19.73	开挖量减少，致使弃渣量有所减少。

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 工程措施监测方法

工程措施主要监测已实施水土保持措施工程量、完好程度及运行情况、施工进度等。以调查法为主，在查阅设计、施工、监理等资料的基础上，通过现场实地调查确定工程措施的工程量，并对措施的稳定性、完好程度及运行情况及时进行监测。

4.1.2 工程措施设计情况

根据批复的水土保持方案，工程设计的水土保持工程措施主要为表土剥离、覆土、土地复垦、场地平整、泥浆清运和排水工程。

4.1.3 工程措施实施情况

通过查阅施工、监理和计量资料，结合现场调查，工程在实际施工时水土保持工程措施有表土剥离、覆土、土地复垦、场地平整、泥浆清运、排水工程以及工程护坡。

4.1.4 工程措施监测结果

灵昆车辆段实际实施的水土保持工程措施情况见表 4-1。

S1 线一期工程水土保持措施完成情况表

表4-1

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计
I 区：桥梁区间工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	5.82	8.55	2.73
	表土调运	万 m ³	2.90	0.00	-2.90
	表土回覆	万 m ³	12.06	1.64	-10.42
	泥浆清运	万 m ³	80.36	61.76	-18.60
II 区：路基区间工程防治区					

工程措施	表土剥离	万 m ³	1.83	1.05	-0.78
	绿化覆土	万 m ³	4.73	1.37	-3.36
	路基排水沟	m	11340	2620	-6100
	路堑截水沟	m	260	0	-260
	工程护坡	m ²	0	9620	+9620
	站场排水管	m	5500	2500	-3000
III区：地下区间工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	5.27	1.77	-3.50
	表土调运	万 m ³	5.27	0.00	-5.27
	截水沟	m ³	176	282.55	+106.55
	喷砼护坡	m ³	0	15.5	+16
	泥浆清运	万 m ³	7.14	27.38	+20.24
	排水工程	m	0	2537	+2537
IV区：配套工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	3.87	4.43	+0.56
	表土调运	万 m ³	3.87	0.00	-3.87
	泥浆清运	万 m ³	0.00	4.17	+4.17
	排水工程	m	6130	17924	+11794
	场地平整	hm ²	3.26	8.40	+5.14
	绿化覆土	万 m ³	0.00	0.38	+0.38
V区：施工临时设施防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	21.27	1.60	-19.67
	表土回覆	万 m ³	21.27	1.67	-19.60
	场地平整	hm ²	126.56	26.37	-100.19
	土地复垦	hm ²	93.44	5.34	88.10

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施监测方法

植物措施通过调查监测和资料分析的方法进行监测。结合工程水土保持方案和绿化施工图，定期现场调查监测、了解植物措施现场实施面貌；通过收集、查阅绿化标段施工单位和监理单位的施工月报、计量支付报表和质量评定等资料，确认植物措施实施的工程量和质量情况；通过现场样方测量，确定植被覆盖、郁闭情况。

4.2.2 植物措施设计情况

根据批复的水土保持方案，设计撒播草籽 42.77hm²，景观绿化及边坡绿化 10.33hm²，喷混植生 0.20hm²。

4.2.3 植物措施实施情况

通过查阅施工、监理和计量资料，结合现场调查，S1 线实际实施撒播草籽 42.77hm²，景观绿化及边坡绿化面积 29.60hm²，喷混植生 0.192hm²，栽植乔木 100 株。

4.2.4 植物措施监测结果

本工程实际实施的植物措施体系基本与方案设计基本一致，工程实际实施的水土保持植物措施情况见表 4-3。

S1 线水土保持植物措施实施情况对比表

表 4-2

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计
I 区：桥梁区间工程防治区					
植物措施	撒播草籽	hm ²	29.05	23.84	-5.21
	景观绿化	hm ²	0	19.83	+19.83
	边坡绿化	m ²	0	2100	+2100
II 区：路基区间工程防治区					
植物措施	边坡绿化	m ²	71988	20200	-51787
	景观绿化	m ²	7300	3135	-4165
	栽植乔木	株	0	100	+100
III 区：地下区间工程防治区					
植物措施	喷混植生	m ²	2000	1920	-80
IV 区：配套工程防治区					
植物措施	景观绿化	hm ²	2.40	7.05	4.65
V 区：施工临时设施防治区					
植物措施	景观绿化	hm ²	0	0.18	+0.18
	撒播草籽	hm ²	13.72	1.52	12.20

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 临时措施监测方法

临时措施监测以批复的水土保持方案为依据，结合实际施工进度、施工部位和施工工艺，通过收集施工、监理和计量资料获取。

4.3.2 临时措施设计情况

根据批复的水土保持方案，水土保持临时措施主要由临时排水沟、沉沙池、撒播草籽、填土草袋挡墙等。

4.3.3 临时措施实施情况

通过查阅施工、监理和计量资料，结合现场调查，灵昆车辆段实际施工时，实施的临时措施数量、部位和时间较设计有所变化，但整个防治体系基本完整，实施时间与主体工程施工时序相衔接。

4.3.4 临时措施监测结果

根据现场监测结果、监理资料和施工计量资料显示，实际实施的临时防护措施主要有临时排水沟、临时沉沙池、泥浆池、洗车池、临时苫盖等。

工程实际实施的水土保持临时措施情况见表 4-3。

灵昆车辆段水土保持临时措施实施情况对比表

表 4-3

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计
I 区：桥梁区间工程防治区					
II 区：路基区间工程防治区					
临时措施	临时排水沟	m	11340	1000	-10340
	临时拦挡	m	0	350	+360
	沉沙池	座	12	2	-10
III 区：地下区间工程防治区					
临时措施	临时排水沟	m	12418	8655	-12329
	沉沙池	座	20	2	-18
	混凝土/砖砌挡墙	m	0	1405	+1405

	编织袋填土挡墙	m	0	40	+40
	土工布苫盖	m	0	156	+156
	土工布苫盖	m ²	0	144	+144
IV区：配套工程防治区					
临时措施	临时排水沟	m	6700	2900	-3800
	沉沙池	座	20	9	-11
V区：施工临时设施防治区					
临时措施	临时排水沟	m	25610	4081	-21529
	沉沙池	座	132	13	-119
	干砌石挡墙	m ³	495	0	-495
	泥浆池	座	70	175	+105
	填土草袋挡墙	m ³	8785	2849	-5936
	临时苫盖	m ²	11940	4196	-7744
	钢板桩围堰	m	0	10	+10
	临时绿化	hm ²	3.26	0.19	-3.07
	场地整治	hm ²	0	0.19	+0.19
	填土草袋挡墙	m	750	0	-750
	泥浆池	座	0	5	+5
	洗车池	座	0	3	+3

S1 线一期工程水土保持临时措施实施情况对比表

表4-4

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计
I 区：桥梁区间工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	5.82	8.55	2.73
	表土调运	万 m ³	2.90	0.00	-2.90
	表土回覆	万 m ³	12.06	1.64	-10.42
	泥浆清运	万 m ³	80.36	61.76	-18.60
植物措施	撒播草籽	hm ²	29.05	23.84	-5.21
	景观绿化	hm ²	0	19.83	+19.83
	边坡绿化	m ²	0	2100	+2100
II 区：路基区间工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	1.83	1.05	-0.78
	绿化覆土	万 m ³	4.73	1.37	-3.36
	路基排水沟	m	11340	2620	-6100
	路堑截水沟	m	260	0	-260
	工程护坡	m ²	0	9620	+9620
	站场排水管	m	5500	2500	-3000
植物措施	边坡绿化	m ²	71988	20200	-51787
	景观绿化	m ²	7300	3135	-4165
	栽植乔木	株	0	100	+100
临时措施	临时排水沟	m	11340	1000	-10340
	临时拦挡	m	0	350	+360
	沉沙池	座	12	2	-10
III 区：地下区间工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	5.27	1.77	-3.50
	表土调运	万 m ³	5.27	0.00	-5.27
	截水沟	m ³	176	282.55	+106.55
	喷砼护坡	m ³	0	15.5	+16
	泥浆清运	万 m ³	7.14	27.38	+20.24
	排水工程	m	0	2537	+2537
植物措施	喷混植生	m ²	2000	1920	-80
临时措施	临时排水沟	m	12418	8655	-12329
	沉沙池	座	20	2	-18
	混凝土/砖砌挡墙	m	0	1405	+1405

	编织袋填土挡墙	m	0	40	+40
	土工布苫盖	m	0	156	+156
	土工布苫盖	m ²	0	144	+144
IV区：配套工程防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	3.87	4.43	+0.56
	表土调运	万 m ³	3.87	0.00	-3.87
	泥浆清运	万 m ³	0.00	4.17	+4.17
	排水工程	m	6130	17924	+11794
	场地平整	hm ²	3.26	8.40	+5.14
	绿化覆土	万 m ³	0.00	0.38	+0.38
植物措施	景观绿化	hm ²	2.40	7.05	4.65
临时措施	临时排水沟	m	6700	2900	-3800
	沉沙池	座	20	9	-11
V区：施工临时设施防治区					
工程措施	表土剥离	万 m ³	21.27	1.60	-19.67
	表土回覆	万 m ³	21.27	1.67	-19.60
	场地平整	hm ²	126.56	26.37	-100.19
	土地复垦	hm ²	93.44	5.34	88.10
植物措施	景观绿化	hm ²	0	0.18	+0.18
	撒播草籽	hm ²	13.72	1.52	12.20
临时措施	临时排水沟	m	25610	4081	-21529
	沉沙池	座	132	13	-119
	干砌石挡墙	m ³	495	0	-495
	泥浆池	座	70	175	+105
	填土草袋挡墙	m ³	8785	2849	-5936
	临时苫盖	m ²	11940	4196	-7744
	钢板桩围堰	m	0	10	+10
	临时绿化	hm ²	3.26	0.19	-3.07
	场地整治	hm ²	0	0.19	+0.19
	填土草袋挡墙	m	750	0	-750
	泥浆池	座	0	5	+5
	洗车池	座	0	3	+3

4.4 水土保持措施防治效果

根据现场监测结合工程建设资料，项目建设区通过分阶段实施各项水土保持工程措施、植物措施和临时措施，较好地起到了防治水土流失的效果，减轻了项目建设区内的土壤侵蚀情况，有效控制了建设区间的水土流失。

本工程实际水土保持措施实施情况与方案设计对比详见表 4-7。

S1 线水土保持措施完成情况表

表4-5

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计	防治效果
I 区：桥梁区间工程防治区						
工程措施	表土剥离	万 m³	5.82	8.55	2.73	良好
	表土调运	万 m³	2.90	0.00	-2.90	良好
	表土回覆	万 m³	12.06	1.64	-10.42	良好
	泥浆清运	万 m³	80.36	61.76	-18.60	良好
植物措施	撒播草籽	hm²	29.05	23.84	-5.21	良好
	景观绿化	hm²	0	19.83	+19.83	/
	边坡绿化	m²	0	2100	+2100	/
II 区：路基区间工程防治区						
工程措施	表土剥离	万 m³	1.83	1.05	-0.78	良好
	绿化覆土	万 m³	4.73	1.37	-3.36	良好
	路基排水沟	m	11340	2620	-6100	良好
	路堑截水沟	m	260	0	-260	/
	工程护坡	m²	0	9620	+9620	良好
	站场排水管	m	5500	2500	-3000	良好
植物措施	边坡绿化	m²	71988	20200	-51787	良好
	景观绿化	m²	7300	3135	-4165	良好
	栽植乔木	株	0	100	+100	良好
临时措施	临时排水沟	m	11340	1000	-10340	良好
	临时拦挡	m	0	350	+360	良好
	沉沙池	座	12	2	-10	良好
III 区：地下区间工程防治区						
工程措施	表土剥离	万 m³	5.27	1.77	-3.50	良好
	表土调运	万 m³	5.27	0.00	-5.27	/

	截水沟	m ³	176	282.55	+106.55	良好
	喷砼护坡	m ³	0	15.5	+16	良好
	泥浆清运	万 m ³	7.14	27.38	+20.24	良好
	排水工程	m	0	2537	+2537	良好
植物措施	喷混植生	m ²	2000	1920	-80	良好
临时措施	临时排水沟	m	12418	8655	-12329	良好
	沉沙池	座	20	2	-18	良好
	混凝土/砖砌挡墙	m	0	1405	+1405	良好
	编织袋填土挡墙	m	0	40	+40	良好
	土工布苫盖	m	0	156	+156	良好
	土工布苫盖	m ²	0	144	+144	良好
IV区：配套工程防治区						
工程措施	表土剥离	万 m ³	3.87	4.43	+0.56	良好
	表土调运	万 m ³	3.87	0.00	-3.87	/
	泥浆清运	万 m ³	0.00	4.17	+4.17	良好
	排水工程	m	6130	17924	+11794	良好
	场地平整	hm ²	3.26	8.40	+5.14	良好
	绿化覆土	万 m ³	0.00	0.38	+0.38	良好
植物措施	景观绿化	hm ²	2.40	7.05	4.65	良好
临时措施	临时排水沟	m	6700	2900	-3800	良好
	沉沙池	座	20	9	-11	良好
V区：施工临时设施防治区						
工程措施	表土剥离	万 m ³	21.27	1.60	-19.67	良好
	表土回覆	万 m ³	21.27	1.67	-19.60	良好
	场地平整	hm ²	126.56	26.37	-100.19	良好
	土地复垦	hm ²	93.44	5.34	88.10	良好
植物措施	景观绿化	hm ²	0	0.18	+0.18	良好
	撒播草籽	hm ²	13.72	1.52	12.20	良好
临时措施	临时排水沟	m	25610	4081	-21529	良好
	沉沙池	座	132	13	-119	良好
	干砌石挡墙	m ³	495	0	-495	/
	泥浆池	座	70	175	+105	良好
	填土草袋挡墙	m ³	8785	2849	-5936	良好
	临时苫盖	m ²	11940	4196	-7744	良好
	钢板桩围堰	m	0	10	+10	良好

	临时绿化	hm ²	3.26	0.19	-3.07	良好
	场地整治	hm ²	0	0.19	+0.19	良好
	填土草袋挡墙	m	750	0	-750	/
	泥浆池	座	0	5	+5	良好
	洗车池	座	0	3	+3	良好

S1 线水土保持措施完成情况表

表 4-8

措施类型	措施名称	单位	设计工程量	实际工程量	实际-设计
工程措施	表土剥离	万 m ³	38.06	17.40	-20.66
	表土回覆及绿化覆土	万 m ³	38.06	5.06	-33.00
	泥浆清运	万 m ³	87.50	93.31	+5.81
	土地复垦	hm ²	93.44	5.34	-88.10
	场地平整	hm ²	134.45	34.77	-99.68
	工程护坡	m ²	0	9620	+9620
	喷砼护坡	m ³	0	15.5	+15.5
	路基排水沟	m	11340	2620	-8720
	路堑截水沟	m	260	0	-260
	截水沟	m ³	176	282.55	+106.55
	站场排水管	m	5500	2500	-3000
	FRPP 模压排水管	m	6130	20461	+14331
植物措施	撒播草籽	hm ²	42.77	25.36	-17.41
	景观绿化及边坡绿化	hm ²	10.33	29.60	+19.27
	栽植乔木	株	0	100	100
	喷混植生	m ²	2000	1920	-80
临时措施	临时排水沟	m	56068	16636	-39432
	沉沙池	座	184	26	-158
	泥浆池	座	70	175	+105
	洗车池	座	0	3	3
	编织袋填土草袋挡墙	m	750	40	-710
	编织袋填土草袋挡墙	m ³	5130	0	-5130
	混凝土/砖砌挡墙	m	0	1405	+1405
	干砌石挡墙	m ³	495	0	-495
	临时拦挡	m	0	187	+187
	钢板桩围堰	m	0	10	+10
	撒播草籽	hm ²	3.26	0	-3.26
	临时遮盖	m ²	11940	4340	-7600
	土工布苫盖	m	0	156	+156
	临时绿化	m ²	0	1932	+1932
	场地整治	hm ²	0	0.19	+0.19

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据现场监测结果，本工程的水土流失主要集中在施工期，由于大量的土石方开挖和回填破坏了原地貌，使得土壤侵蚀模数超过容许土壤流失强度，建设期工程扰动地表总面积 109.11hm²，水土流失面积为 109.11hm²。至自然恢复期，项目建设区占地基本已地面平整、硬化或被林草植被等覆盖，土壤侵蚀模数已降至容许土壤侵蚀模数（500t/km²·a）以下。

各阶段水土流失面积统计见表 5-1。

S1 线水土流失面积统计表

表5-1

施工时段	水土流失面积	侵蚀类型	侵蚀原因
施工期	190.11hm ²	面蚀	大量的土石方开挖回填
自然恢复期	55.12hm ²	面蚀	植物措施占地

5.2 土壤流失量

本工程西、东段土壤流失计算时段为 2013 年 10 月至 2018 年 12 月，灵昆车辆段土壤流失计算时段为 2019 年 10 月至 2024 年 3 月，监测范围为项目建设区，土壤流失量根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），并参考类似区域、类似项目施工、管理经验，结合现场调查确定。

经计算，项目建设期间产生土壤流失总量为 9606.7t，土壤流失主要集中在施工期。各阶段土壤流失量结果见下表。

工程水土流失量统计表

表5-2

单位: t

流失阶段	流失时间		土壤流失量
施工期	2013 年	第Ⅳ季度	16.8
	2014 年	第Ⅰ季度	5.8
		第Ⅱ季度	43.0
		第Ⅲ季度	267.1
		第Ⅳ季度	50.4
	2015 年	第Ⅰ季度	68.5
		第Ⅱ季度	79.1
		第Ⅲ季度	262.8
		第Ⅳ季度	224.9
	2016 年	第Ⅰ季度	201.7
		第Ⅱ季度	847.4
		第Ⅲ季度	772.0
		第Ⅳ季度	419.9
	2017 年	第Ⅰ季度	433.9
		第Ⅱ季度	1002.7
		第Ⅲ季度	1034.0
		第Ⅳ季度	818.5
	2018 年	第Ⅰ季度	422.2
		第Ⅱ季度	832.6
		第Ⅲ、Ⅳ季度	1402.3
	2019 年	第Ⅳ季度	10
	2020 年	第Ⅰ季度	15
		第Ⅱ季度	11
		第Ⅲ季度	14
		第Ⅳ季度	3
	2021 年	第Ⅰ季度	11
		第Ⅱ季度	10
		第Ⅲ季度	5
		第Ⅳ季度	3

	2022 年	第I季度	5
		第II季度	9
		第III季度	6
		第IV季度	0.5
	2023	第I季度	0.5
		第II季度	0.5
		第III季度	1.1
		第IV季度	0.7
	2024 年	第I季度	1.7
	小计		107
自然恢复期	2024 年 6 月~2025 年 5 月		3.1
合计			9606.7

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据施工资料显示，本工程外借方通过市场采购的方式获取，不设置取土场；余方外运消纳，未设置弃渣场。

5.4 水土流失危害

根据施工、监理和建设单位管理报告，本工程施工活动未发生水土流失危害事件，未对周边环境造成明显不利影响。

6 水土流失防治效果监测结果

根据已批复水保方案，本项目水土流失防治标准执行建设类生产项目一级标准（《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008））。

水土流失防治目标见表 6-1。

水保方案设计水土流失防治目标表

表 6-1

防治指标	防治标准
扰动土地整治率（%）	97
水土流失总治理度（%）	97
土壤流失控制比	1.25
拦渣率（%）	95
林草植被恢复率（%）	99
林草覆盖率（%）	27

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。

根据现场监测及调查结果，S1 全线实际扰动土地面积 190.11hm²，至 2024 年 5 月，扰动土地整治面积 188.73hm²，其中工程措施治理面积 33.02hm²，植物措施治理面积 55.09hm²，其它建筑物及硬化面积 100.64hm²，目前现场均已整治到位；其中，灵昆车辆段项目部及生活区红线外临时占地共计 0.35hm²，已移交浙江省第一水电建设集团股份有限公司使用，不纳入本次验收范围，则项目区扰动土地整治率达到方案制定的 97%的防治目标。

工程扰动土地整治情况见表 6-2。

S1 线扰动土地整治率达标情况表

表 6-2

项目	扰动土地面积 (hm ²)	扰动土地整治面积 (hm ²)				扰动土地未整治面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)	目标值(%)
		水土保持措施防治面积		永久构(建)筑物+硬化+路面+水域面积	小计			
		工程措施	植物措施					
西段	106.67	16.11	33.75	56.81	106.67	0.00	>97	97
东段	56.60	15.46	17.49	23.67	56.60	0.00		
灵昆车辆段	26.49	1.45	3.85	20.16	25.46	1.03		
合计	189.76	33.02	55.09	100.64	188.73	1.03		

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度是指项目建设区内，水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。

工程完工后，扣除构(建)筑物和硬化地表占地面积，水土流失面积为 89.14hm²，水土流失治理达标面积为 88.11hm²，水土流失总治理度达到批复方案确定的 97%的防治目标。

工程水土流失总治理度达标情况详见表 6-3。

S1 线水土流失总治理度达标情况表

表 6-3

项目	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理未达标面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)	目标值 (%)
西段	49.86	49.86	0.00	>97	97
东段	32.95	32.95	0.00		
灵昆车辆段	6.33	5.30	1.03		
合计	89.14	88.11	1.03		

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

拦渣率指项目建设区内，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。

根据施工监理单位资料，结合设计文件、设计变更文件，本工程在建设过程中，实际开挖土石方 419.81 万 m^3 ，经综合利用后，实际余方 341.00 万 m^3 ，全部外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区消纳。经调查，除施工及运输过程中少量流失外，弃渣得到妥善处置，拦渣率大于 95% 的目标值。

6.4 土壤流失控制比

土壤流失控制比指项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。

项目所在的温州市属于南方红壤区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。根据土壤流失量监测结果，项目治理后基本被构筑物、硬化路面及景观绿化等覆盖，平均土壤侵蚀模数下降至 $400\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以下，土壤流失控制比达到目标值 1.25。

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面积的百分比。

经监测，工程全线范围内可恢复林草植被面积 55.12hm^2 ，实际完成林草植被面积 55.09hm^2 ，林草植被恢复率大于 99%，达到批复方案确定的 99% 的防治目标。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率指林草类植被面积占项目建设区面积的百分比。经监测，至设计水平年，S1 全线建设面积为 189.76hm^2 ，实施林草植被面积 55.09hm^2 ，林草覆盖率为 29.03%，大于批复方案确定的 27% 的防治目标。

S1 线植物措施达标情况表

表 6-4

项 目	项目建设区 面积 (hm ²)	可恢复林草 植被面积 (hm ²)	实施植物 措施面积 (hm ²)	林草植被 恢复率 (%)	林草 覆盖率 (%)
西段	106.67	33.75	33.75	>99	26.54
东段	56.60	17.49	17.49	>99	30.90
灵昆车辆段	26.49	3.88	3.85	>99	14.53
合计	189.76	55.12	55.09	>99	29.03

7 结论

7.1 水土流失动态变化

本工程实际水土流失防治责任范围为 227.14hm²，较方案设计减少 218.88hm²。扰动土地面积为 190.11hm²，施工期水土流失面积为 190.11hm²。

本工程实际土石方开挖总量 419.81 万 m³（建筑垃圾 13.72 万 m³，钻渣 95.29 万 m³，土方 265.34 万 m³，表土 17.40 万 m³，石方 28.06 万 m³），填筑量 227.82 万 m³（土方 70.55 万 m³，表土 5.06 万 m³，石方 147.23 万 m³），自身开挖利用 76.57 万 m³，借方量 149.01 万 m³，均为石方，余方 341.00 万 m³（建筑垃圾 13.72 万 m³，钻渣 95.29 万 m³，土方 194.79 万 m³，表土 12.34 万 m³，石方 24.86 万 m³），外运至灵昆半岛围垦区和瓯飞一期围垦区消纳。

工程建设期间土壤侵蚀总量为 9606.7t，主要集中在施工期。

本工程按要求实施了各项水土保持工程措施、植物措施和临时措施，建成的水土保持措施运行正常，水土保持效益显著。

根据批复的水土保持方案，S1 全线扰动土地整治率设计目标值为 97%，水土流失总治理度 97%，土壤流失控制比 1.25，拦渣率 95%，林草植被恢复率 99%，林草覆盖率 27%；根据监测结果显示，通过各项水土保持措施的实施，本工程扰动土地整治率大于 97%，水土流失总治理度大于 97%，土壤流失控制比达 1.25，拦渣率大于 95%，林草植被恢复率大于 99%，林草覆盖率达 29.03%，大于 27%。各项指标均已达到批复的水土保持方案设计目标值。

本工程水土流失防治效果汇总见表 7-1。

工程水土流失防治效果

表 7-1

项 目	目标值	治理效果	评估结果
扰动土地整治率（%）	97	>97	达标
水土流失总治理度（%）	97	>97	达标
拦渣率（%）	95	>95	达标
土壤流失控制比	1.25	1.25	达标
林草植被恢复率（%）	99	>99	达标

林草覆盖率（%）	27	29.03	达标
----------	----	-------	----

7.2 水土保持措施评价

本工程按照工程措施、植物措施和临时措施相结合的方式和预防为主、防治结合、因地制宜、生态优先的原则进行布局，基本做到水土保持措施与主体工程同时设计、同时实施、同时验收投入使用，符合“三同时”原则。各项水土保持措施的实施，有效控制了建设区内的土壤侵蚀，至自然恢复期，土壤侵蚀量和土壤侵蚀模数显著下降。截至监测工作结束时，各项水土保持措施运行良好，能够正常发挥水土保持效益。

7.3 存在问题及建议

建设单位比较重视工程水土保持的设计、监督和管理，工程各项水土保持工程建成后，运行情况良好，各项水土保持设施安全稳定，水土保持设施完好，未见损坏，起到了较好的水土保持作用，基本上达到了水土流失防治的预期效果。建议后期加强项目区内绿化养护工作，确保能够满足水土保持和绿化美化的要求。

7.4 综合结论

本工程在建设过程中，实施了水土保持工程措施、植物措施和临时防护措施，其投入运行使用以来，总体运行良好、稳定可靠，具有良好的水土保持防治效果。经监测，工程扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被覆盖率和林草覆盖率均已达到批复水土保持方案设计的目标值。

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号），水土保持监测实行“绿黄红”三色评价，本工程历次监测季报三色评价结果均为“绿色”，本报告三色评价得分取全部监测季报得分的平均值，为 95.7 分，三色评价结论为“绿色”。

本工程历次三色评价结果如下表所示。

本工程历次三色评价结果表

表 7-2

监测时段	得分	三色评价
2020 年第Ⅲ季度	96	绿
2020 年第Ⅳ季度	95	绿
2021 年第Ⅰ季度	97	绿
2021 年第Ⅱ季度	97	绿
2021 年第Ⅲ季度	92	绿
2021 年第Ⅳ季度	96	绿
2022 年第Ⅰ季度	96	绿
2022 年第Ⅱ季度	96	绿
2022 年第Ⅲ季度	96	绿
2022 年第Ⅳ季度	96	绿
2023 年第Ⅰ季度	96	绿
2023 年第Ⅱ季度	96	绿
2023 年第Ⅲ季度	96	绿
2023 年第Ⅳ季度	96	绿
2024 年第Ⅰ季度	94	绿
平均得分	95.7	绿