

S102 济青线章丘绕城段改建工程

水土保持监测总结报告

建设单位：济南市交通运输事业发展中心

验收单位：山东琰翔工程咨询有限公司

2021 年 5 月



目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	4
1.1 建设项目概况.....	4
1.2 水土流失防治工作情况.....	31
1.3 监测工作实施情况.....	37
2 监测内容和方法.....	43
2.1 监测内容.....	43
2.2 监测方法.....	43
2.3 监测频次.....	44
3 重点对象水土流失动态监测.....	46
3.1 防治责任范围监测.....	46
3.2 土石方流向情况监测结果.....	49
3.3 取土场变化情况.....	54
3.4 弃方处置变化情况.....	54
3.5 其他重点部位监测结果.....	54
4 水土流失防治措施监测结果.....	56
4.1 工程措施监测结果.....	56
4.2 植物措施监测结果.....	67
4.3 临时防护措施监测结果.....	74
4.4 水土保持措施防治效果.....	78
5 土壤流失情况监测.....	89
5.1 水土流失面积.....	89
5.2 土壤流失量.....	89
5.3 水土流失危害.....	94
6 水土流失防治效果监测结果.....	95
6.1 扰动土地整治率.....	95
6.2 水土流失总治理度.....	95
6.3 拦渣率.....	96
6.4 土壤流失控制比.....	97
6.5 林草植被恢复率.....	97
6.6 林草覆盖率.....	98
6.7 水土流失防治效果.....	98
7 结论.....	99
7.1 水土流失动态变化.....	99
7.2 水土保持措施评价.....	99
7.3 存在问题及建议.....	101
7.4 综合结论.....	101
8 附件.....	102
9 附图.....	28

前 言

S102 济青线章丘绕城段改建工程位于线路位于东经 $117^{\circ}25'18.91''\sim 117^{\circ}34'0.64''$ 、北纬 $36^{\circ}43'2.70''\sim 36^{\circ}43'58.05''$ 之间，行政区划属济南市章丘区。

本工程起于现有 S102 与 X301 潘王路平面交叉处（起点桩号 K0+000），向北改建潘王路，至何家村北转向东向东延伸，于曹孟庄南转向南至终点与现有 S102 衔接（终点桩号 K25+485），路线全长 25.485km，采用双向四车道一级公路技术标准，路基宽度 25.5m，设计速度 80km/h。本工程共新建大桥 126m/1 座、中桥 243m/4 座、小桥 38m/2 座、拆除重建小桥 19m/1 座，建设涵洞 60 道，平面交叉 159 处，养护工区 1 处。

路线起点桩号 K0+000，终点桩号为 K25+485，路线全长 25.485km。全线共设置交点 17 处，平曲线最大半径 $R=103559\text{m}$ ，平曲线最小半径 $R=850\text{m}$ ，平均每公里交点个数为 0.667，平曲线占路线总长度 46.528%，路线增长系数 1.947。各项指标均满足一级公路，设计速度 80km/h 规范要求。

本工程实际总占地面积 91.88hm^2 ，包括永久占地 103.87hm^2 和临时占地 9.42hm^2 ，永久占地中又包括利用老路 12.67hm^2 和新增占地 91.20hm^2 。

本工程土石方挖、填总量为 185.30 万 m^3 ，其中挖方 103.90 万 m^3 （包括表土剥离 18.46 万 m^3 、工程建设挖方 83.54 万 m^3 、拆迁工程 1.90 万 m^3 ），填方 81.40 万 m^3 （包括回填表土 18.46 万 m^3 、工程建设回填 62.94 万 m^3 ），借方 23.00 万 m^3 。借方来自于“蓝海领航智慧小镇项目”，属于综合利用土方（外购土），没有启用取土场。弃方 45.51 万 m^3 。弃方包括两部分，一部分是工程建设开挖后剩余的石方 43.61 万 m^3 ，一部分是工程拆迁产生的建筑垃圾 1.90 万 m^3 ，其中石方外销给山东省大通公路工程有限责任公司做水稳碎石原材料进行综合利用，建筑垃圾运往横沟建筑渣土场，本工程不设置专用渣土场。

主体工程于 2018 年 2 月开工，2019 年 7 月主体工程完工，主体工程工期为 18 个月。2019 年 8 月至 2021 年 7 月为本工程施工责任缺陷期，责任缺陷期为 24 个月，缺陷期内完成部分绿化措施。水土保持工程工期为 2018 年 2 月至 2021 年 4 月，水土保持工程工期为 39 个月。

本工程初步设计概算总投资为 83283 万元，其中土建投资 49657 万元，资金

来源为省级补助资金+地方政府自筹。

2021 年 1 月，我公司组织监测人员进驻工程现场实地查勘，搜集项目资料，了解项目进展。2021 年 1 月~5 月为监测实施阶段，期间按照监测频次要求进行 3 次实地监测，完成监测季报 2 次。于 2021 年 5 月完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测总结报告》。

S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测特性表

一、主体工程主要技术指标									
项目名称		S102 济青线章丘绕城段改建工程							
建设规模	线路全长 25.485km，采用一级公路标准建设，设计行车速度 80km/h，路基宽度为 25.5m，全线桥涵设计汽车荷载采用公路-I级，桥涵宽度与路基同宽	建设单位、联系人		济南市交通运输事业发展中心/高翔					
		建设地点		山东省济南市章丘区					
		所属流域		淮河流域					
		工程总投资		83283 万元					
		工程工期	主体工程建设期：2018 年 2 月~2019 年 7 月，共 18 个月 水土保持工程建设期：2018 年 2 月~2021 年 4 月，共 39 个月						
二、水土保持监测指标									
监测单位		山东琰翔工程咨询有限公司		联系人及电话	谢翔/13793190969				
自然地理类型		平原微丘区		防治标准	建设类一级				
监测内容	监测内容		监测方法（设施）		监测内容	监测方法（设施）			
	1.水土流失影响因素		调查监测		2.水土流失状况监测	调查监测			
	3.水土流失危害监测		调查监测、巡查监测		4.水土保持措施监测	调查监测、巡查监测			
方案设计防治责任范围		149.28hm ²		容许土壤流失量	200t/km ² •a				
水土保持投资		1776.47 万元		水土流失目标值	<200t/km ² •a				
防治措施	防治分区		工程措施		植物措施	临时措施			
	路基工程区		①剥离表土 15.07 万 m ³ 、回填表土 14.44 万 m ³ ；②土地整治 31.08hm ² ；③排水工程 24894m，④修建中央分隔带排水 24096m；⑤修建路基边坡浆砌石骨架 1020m		①完成边坡植草绿化 22161m；②中央分隔带绿化 4.93hm ² ；③拱形骨架护坡 1.12hm ² ；④护坡道绿化 4.78hm ² ；⑤土路肩绿化 3.59hm ² ；⑥边坡平台绿化 0.18hm ² ；⑦锚杆护坡工程 1560m；⑧土质截水边沟绿化 0.14hm ²	①临时拦挡采用编织袋装土 725m ³ ；②临时覆盖使用密目防尘网 135000m ² ；③设置坡面临时排水沟 5168m			
	桥涵工程区		①剥离表土 0.27 万 m ³ ；②土地整治 0.01hm ² ；③桥头防护 9564m ²		六棱砖穴播植草 0.01hm ²	①临时覆盖使用防尘网 1350m ² ；②设置泥浆池 7 处			
	交叉工程区		①剥离表土 0.88 万 m ³ 、回填表土 0.97 万 m ³ ；②土地整治 3.25hm ²		完成绿化 3.25hm ²	①临时拦挡采用编织袋装土 1307m ³ ；②临时覆盖使用防尘网 2500m ²			
	养护工区		①表土 0.36 万 m ³ 、回填表土 0.22 万 m ³ ；②土地整治 0.73hm ² ；③设置排水工程 320m；④设置排水顺接工程 1 处；⑤设置雨水蓄水池 1 座		完成绿化 0.73hm ²	①临时拦挡采用编织袋装土 250m ³ ；②临时覆盖使用防尘网 7335m ²			
	施工便道区		①剥离表土 1.88 万 m ³ 、回填表土 2.83 万 m ³ ；②土地整治 9.42hm ²		植被恢复措施 9.42hm ²	①临时拦挡采用编织袋装土 680m ³ ；②临时覆盖使用防尘网 3450m ² ；③设置临时排水沟 24663m；④设置临时沉沙池 1 个			
三、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	95%	99.6%	防治措施面积	55.22hm ²	硬化面积	57.57hm ²	扰动面积	113.29hm ²
	水土流失总治理度	96%	99.1%	防治责任范围面积	113.29hm ²		水土流失总面积	55.72hm ²	
	土壤流失控制比	1.0	1.0	工程措施面积	13.56hm ²		容许土壤流失量	200t/km ² •a	
	拦渣率	96%	99.1%	植物措施面积	41.66hm ²		监测土壤流失情况	198t/km ² •a	
	林草植被恢复率	98%	98.8%	可恢复林草植被面积	42.15hm ²		林草类植被面积	41.66hm ²	
	林草覆盖率	26%	36.8%	实际拦挡量	20.18 万 m ³		需要拦挡量	20.36 万 m ³	
水土保持治理达标评价		六项防治目标均达到方案设计防治目标值							
总体结论		在工程建设过程中，能够按照水土保持法律法规要求，落实水土保持工程和临时防护措施，较好的控制了建设过程中的水土流失；工程建设后期能够及时的落实水土保持植物措施，基本满足生产建设项目水土保持的要求。							
主要建议		对实施的植物措施落实管护责任，保障措施能够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 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

1.地理位置

S102 济青线章丘绕城段改建工程位于济南市章丘区境内，改建工程起于现有 S102 与 X301 潘王路平面交叉处（起点桩号 K0+000），向北改建潘王路 4.558km，至何家村北转向东，经王曹庄村和史家庄村北，穿过桃花山东南侧后与 S241 平交，继续向东于郑家庄南跨越绣江河，在四盘庄和宋家磨村之间穿过，至八里辛庄东北与 S234 平交，经南王庄北，于曹孟庄南转向南，经过牛一村、牛二村、桑园村东，穿过侯家庄和聂家庄之间，于王白庄西北到达终点与现有 S102 衔接（终点桩号 K25+485）。路线全长 25.485km。

项目地理位置见附图 1。

2.工程简况

工程名称：S102 济青线章丘绕城段改建工程。

项目建设性质：改建。

路线主要控制点：起点、何家村、桃花山、与 S241 交叉、绣江河、八里辛庄、与 S243 交叉、牛推官村、终点。

沿线主要城镇：龙山街道、枣园街道、绣惠街道、相公庄街道、明水街道。

沿线主要河流：绣江河、东巴漏河、漯河。

沿线主要公路：X301（潘王路）、X303、S241、S234、相郝路、世纪东路。

建设规模：本工程采用双向四车道一级公路技术标准建设，设计速度 80km/h，路基宽度 25.5m。桥涵设计汽车荷载等级采用公路-I 级，路基、桥涵设计洪水频率为 1/100。工程建设性质为改建。

建设内容：本工程线路总长 25.485km，其中利用潘王路段 4.558km，新建段长 20.927km。主体工程共新建大桥 126m/1 座、中桥 243m/4 座、小桥 38m/2 座、拆除重建小桥 19m/1 座，建设涵洞 60 道（其中拆除重建 1 道，新建 59 道），平面交叉 159 处（与等级公路交叉 9 处、与非等级公路交叉 10 处、右进右出接入口 68 处、管线交叉 72 处），养护工区 1 处。以上路基、桥梁、涵洞、交叉和房建工程为主体工程建设区，占地面积 103.87hm²（其中新增 91.20hm²，利用老路

12.67hm²），全部为永久占地。

因施工需要，在沿线设置施工便道，施工便道总长 25485m（其中利用老路长 4558m、新建便道长 20927m），占地面积 9.42hm²。本工程监理、施工单位项目部等生活区全部为租赁或自有，没有新建；沥青、水稳拌合站等生产区全部为自有，也没有新建，租赁和自有场地不计入本工程临时占地。本工程建设借方 23 万 m³，全部利用“蓝海领航智慧小镇项目”开挖的余方，属综合利用其它工程土方，因此没有启用取土场。综上，本工程临时占地为 9.42hm²，全部为施工便道占地。

工程占地：经统计，本工程路基工程区占地面积为 91.88hm²，桥涵工程区 2.07hm²，交叉工程区 8.12hm²，养护工区 1.80hm²，施工便道区 9.42hm²，实际总占地面积 113.29hm²，包括永久占地 103.87hm²和临时占地 9.42hm²，永久占地中又包括利用老路 12.67hm²和新增占地 91.20hm²。占地类型为耕地、林地、住宅用地、工矿仓储用地、交通运输用地、水域及水利设施用地及其它土地等。

土石方：本工程土石方挖、填总量为 185.30 万 m³，其中挖方 103.90 万 m³（包括表土剥离 18.46 万 m³、工程建设挖方 83.54 万 m³、拆迁工程 1.90 万 m³），填方 81.40 万 m³（包括回填表土 18.46 万 m³、工程建设回填 62.94 万 m³），借方 23.00 万 m³。借方来自于“蓝海领航智慧小镇项目”，属于综合利用土方（外购土），没有启用取土场。弃方 45.51 万 m³。弃方包括两部分，一部分是工程建设开挖后剩余的石方 43.61 万 m³，一部分是工程拆迁产生的建筑垃圾 1.90 万 m³，其中石方外销给山东省大通公路工程有限公司做水稳碎石原材料进行综合利用，建筑垃圾运往横沟建筑渣土场，本工程不设置专用渣土场。

工期：主体工程于 2018 年 2 月开工，2019 年 7 月主体工程完工，主体工程工期为 18 个月。2019 年 8 月至 2021 年 7 月为本工程施工责任缺陷期，责任缺陷期为 24 个月，缺陷期内完成部分绿化措施。水土保持工程工期为 2018 年 2 月至 2021 年 4 月，水土保持工程工期为 39 个月。

拆迁安置：拆迁安置工作具体由本项目沿线地方政府进行统一安排，建设单位出资进行补偿。

工程投资：本工程初步设计概算总投资为 83283 万元，其中土建投资 49657 万元，资金来源为省级补助资金+地方政府自筹。

表 1-1 S102 济青线章丘绕城段改建工程组成及技术指标

一、项目基本情况						
项目名称	S102 济青线章丘绕城段改建工程					
建设地点	济南市章丘区					
建设单位	济南市交通运输事业发展中心					
所在流域	淮河流域					
建设规模	公路等级	一级公路		设计速度	80km/h	
	线路长度	25.485km		路基宽度	25.5m	
工程性质	建设类改建		建设期	2018 年 5 月~2020 年 4 月		
总投资	75464 万元		土建投资	49657 万元		
二、项目组成及主要技术指标						
项目	占地面积（hm ² ）			备注		
	永久占地	临时占地	小计			
路基工程区	91.88		91.88			
桥涵工程区	2.07		2.07	9 座/611.12m		
交叉工程区	8.12		8.12	159 处		
养护工区	1.80		1.80	K20+858 西侧		
施工便道区		9.42	9.42	25485m		
合计	103.87	9.42	113.29			
三、项目土石方工程量（万 m ³ ）						
防治分区	挖方	填方	调入	调出	借方	弃方
路基工程区	95.27	70.85		2.18	23.00	45.24
桥涵工程区	0.58	0.73	0.41	0.27		
交叉工程区	2.77	3.73	1.24			0.27
养护工区	1.80	1.66		0.14		
施工便道区	3.48	4.43	0.94			
合计	103.90	81.40	2.59	2.59	23.00	45.51

1.1.2 工程主要建设内容和设施

主体工程组成：本工程线路总长 25.485km，其中利用潘王路段 4.558km，新建段长 20.927km。主体工程共新建大桥 126m/1 座、中桥 243m/4 座、小桥 38m/2 座、拆除重建小桥 19m/1 座，建设涵洞 60 道（其中拆除重建 1 道，新建 59 道），平面交叉 159 处（与等级公路交叉 9 处、与非等级公路交叉 10 处、右进右出接入口 68 处、管线交叉 72 处），养护工区 1 处。

临时工程组成：施工期设置施工便道总长 25485m（其中利用老路长 4558m、新建便道长 20927m），占地面积 9.42hm²。

1.1.2.1 本工程建设（改建）方案

1.K0+000~K1+190:

该段原有沥青混凝土路面宽 24m，路基宽 37m，中央分隔带宽 6m，两侧各 3.5m 人行道、设计速度 80km/h，双向四车道一级公路。两侧建筑多为厂矿企业，走廊带宽 60m。原路线平面为一条直线，纵断比较平缓，竖曲线半径较大，能够满足 80km/h 指标。

2.K1+190~K4+557.777:

该段原有沥青混凝土路面宽 15m，路基宽 17m，设计速度 60km/h，双向双车道，二级公路。原路线平面有两处小偏角，平曲线半径较大，纵断比较平缓，能够满足 80km/h 指标。本段道路穿过东洼村、辛店村、何家村，两侧为沿街房，走廊带宽 40m。受穿村路段限制，本段路基采用两侧加宽。该段路线平面设计尽量利用现有路基，减少拆迁。

3.K4+562.052~K9+300:

该段为新建路段，路线在何家村转向西，在二十里堡和庆元村之间穿过后，转向王曹庄和史家村北。该路段大部分为农田，地势平坦，路线布设符合章丘区的城市总体规划；根据场地地下水位计算路基高度，排水用圆管涵采用 $\phi 1.5\text{m}$ ，管线保护套管采用 $\phi 0.35\text{m}$ 。

4.K9+425~K10+370:

该路段穿越桃花山，为挖方路段，山体多为强风化砂岩，路线走廊带内分布有厂矿企业；路线穿过桃花山后与 S241 平交；平面布设时考虑章丘区政府的意见，降低拆迁难度，并保证与 S241 的交叉角度不小于 70°；纵断设计时综合考

考虑挖方深度、用地宽度等，在与 S241 平交前设置一段缓坡段，并采用 2.35% 的纵坡坡度，以增加平交范围的安全性。

5.K10+370~K18+000

该路段为新建路段，路线与 S241 平交后向西在郑家村南 K12+118.300 处跨越绣江河，并在郑家遗址中心通过，在四盘庄和宋家磨村之间穿过后，至八里辛庄东北与 S234 平交，跨越漯河后与相郝路平交，经南王庄北，于曹孟庄南转向南。沿线主要为农田，地势平坦；平面布设时尽量避让沿线的厂矿企业、加油站等，减少拆迁。

6.K18+000~终点

该路段为新建路段，在曹孟庄南转向南，经过牛一村、牛二村、桑困村东，穿过侯家庄和聂家庄之间，于王白庄西北到达终点与现有 S102 衔接；沿线主要为农田，地势平坦；平面布设时主要考虑避让厂矿企业，无法避让的尽量减少拆迁面积；在 K20+858 附近设置一处养护工区；终点与世纪东路相接，在线性上保持平顺，并采用较大半径的曲线，以提高平交范围内的行车安全性。

1.1.2.2 公路平、纵面指标的采用情况

路线平面设计速度为 80km/h，全线共设置交点 17 处，平曲线最大半径 $R=103559\text{m}$ ，平曲线最小半径 $R=850\text{m}$ ，平均每公里交点个数为 0.667，平曲线占路线总长度 46.528%，路线增长系数 1.947。各项指标均满足一级公路，设计速度 80Km/h 规范要求。

本工程平、纵面指标见表 1-2、主要经济指标见表 1-3。

表 1-2 本工程平、纵面指标

序号	项目		技术指标			
			(规范值)			(采用值)
1	公路等级		一级公路			
2	设计速度 (km/h)		100	80	60	80
3	车道宽度 (m)		3.75	3.75	3.5	3.75
4	平曲线极限最小半径 (m)		400	250	125	850
5	平曲线一般最小半径 (m)		700	400	200	
6	不设超高的圆曲线最小半径 (m)		4000	2500	1500	2500
7	缓和曲线最小长度 (m)		85	70	60	120
8	平曲线最小长度 (m)		170	140	100	419.989
9	最大纵坡 (%)		4	5	6	2.35
10	最小坡长 (m)		250	200	150	200
11	纵坡长度限制 (m)	3%	1000	1100	1200	-
		4%	800	900	1000	-
12	凸曲线最小半径 (m)	一般值	10000	4500	2000	12000
		极限值	6500	3000	1400	
13	凹曲线最小半径 (m)	一般值	4500	3000	1500	12000
		极限值	3000	2000	1000	
14	竖曲线最小长度 (m)	最小值	85	70	50	197.669

表 1-3 本工程主要经济指标

序号	内容	单位	数量	备注
1	线路总长	km	25.485	K0+000~K25+485
1-1	SG-1 标段	km	13.000	K0+000-K13+000 路基、路面、桥涵等工程施工
1-2	SG-2 标段	km	12.485	K13+000-K25+485 路基、路面、桥涵等工程施工
1-3	SG-3 标段	km	25.485	全线交通安全设施工程施工
1-4	SG-4 标段	处	1	房建 (养护工区) 施工
2	桥涵	座/m	9/611.12	
2-1	大桥	座/m	2/292	全部为新建
2-2	中桥	座/m	5/278.12	全部为新建
2-3	小桥	座/m	2/41	全部为新建
2-4	涵洞	道	89	拆除新建 7 道、新建 82 道
3	交叉	处	159	
3-1	与等级公路交叉	处	9	
3-2	与非等级公路交叉	处	10	
3-3	右进右出接入口	处	68	
3-4	管线交叉	处	72	
4	养护工区	处	1	K20+858 西侧

1.1.2.3 路基工程

1.路基设计

(1) 路基横断面布置及超高加宽方式

本工程全线采用设计速度 80km/h 一级公路标准。全线路段采用双向四车道、路基宽度 25.5m 的一级公路标准，中间带宽 3.0m（左、右侧路缘带 0.5m，中央分隔带 2.0m），行车道宽 $2 \times (2 \times 3.75)$ m，硬路肩宽 2×3.0 m，土路肩宽 2×0.75 m。

路缘石：中央分隔带位置设置平缘石；路侧填方路段设置立缘石，路侧挖方路段设置平缘石。

一般路段行车道、硬路肩横坡采用双向坡 2%，土路肩采用 4.0%。

由于平曲线半径较大，全线曲线段路基均不设置加宽。

(2) 路基边坡

本项目填方路基边坡均小于 8m，根据项目沿线土质及路基填料情况，填方路基边坡均采用 1:1.5。

路堑边坡将统一采用台阶式设计，一般碎落台宽 1.0m，边坡级高 10m，边坡平台宽 2m，边坡坡率 1:1~1:1.5，当单级挖方边坡或多级挖方边坡最上一级边坡高度 ≤ 10 m 时，一坡到顶。挖方路堑坡顶取消折角，采用贴切自然的圆弧过渡，与原地貌融为一体，以美化环境，贴近自然；力争经过几年的生态恢复，边坡外形与周围环境融为一体，看不出明显的人工痕迹。

(3) 路床处理

路床顶面以下 60cm 掺灰（或碎石掺铣刨料）处理：

K0+000~K7+200 段：0~20cm 范围内进行掺灰 8%（重量比）处理，20~60cm 范围内采用换填碎石掺铣刨料处理，并分层回填碾压，压实度 $\geq 96\%$ ；

K7+200~终点段：0~20cm 范围内进行掺灰 8%（重量比）处理，20~40cm 范围内进行掺灰 6%（重量比）处理，40~60cm 范围内进行掺灰 4%（重量比）处理，压实度 $\geq 96\%$ ；

当路床部分为整体性好的岩石或风化岩，最小强度和密实度满足规范要求，不进行掺灰处理。

(4) 填挖交界及陡坡路堤处治

路基纵向填挖交界处，当地面坡度陡于 12% 时，地表开挖成内向倾斜 4% 的

台阶，台阶宽度不小于 2.0m；路基横向填挖交界处，当地面坡度陡于 1:5 时，地表开挖成内向倾斜 4% 的台阶，台阶宽度不小于 2.0m。

对于纵向填挖段，向挖方段超挖 10m 长（短边）、80cm 深，然后再回填碾压，直至压实度不小于 96%；对于横向填挖段，挖方区路床超挖 80cm 深，然后再回填碾压，直至压实度不小于 96%。路床范围超挖回填路堤采用线内挖方石渣或透水性良好的碎石土填筑，过渡段路堤填料采用与相同高度处非填部分性质相同或相似的填料。当路基填土高度大于 12m 时，路基填筑采用 25KJ 的冲击压路机进行补强压实，每隔 2m 一次，每次 10~20 遍，以削减路基填挖间差异变形。

为减少路基不均匀沉降，主体设计对于纵横向填挖段，在路床范围内设置双向钢塑土工格栅。土工格栅应贴紧台阶设置，U 型钢钉加以固定，U 型钉按照 3m 间距，梅花形布设。

地下水发育路段，为保证路基处于较好水文条件，沿填挖交界处设置碎石盲沟把裂隙水或下渗水引出路基，以保证路基安全。

斜坡路堤在底面横坡陡于 1:2.5 时，从坡脚往上进行开挖台阶处理，地表开挖成内向倾斜 4% 的台阶，台阶宽度不小于 2.0m。

（5）桥头路基处理

桥头路堤的处理主要是解决桥头跳车问题，减少桥头路基沉陷。全线桥梁搭板下设置 $2 \times 18\text{cm}$ 水泥稳定碎石过渡层，压实度 $\geq 98\%$ 。台背回填材料采用 5% 灰土，范围是水平距离桥台基础 3m（H 为桥台高度），然后 1:2 放坡。石灰土台背回填与路基衔接时，应注意开挖台阶，台阶宽度不小于 1m，内倾坡度不小于 3%。

（6）路基支挡、加固及防护工程

项目根据实际情况设置的主要防护种类有：边坡植草防护、拱形骨架防护、浆砌混凝土预制块防护、锚杆格梁喷混植生防护。

①路基边坡植草防护

为防止边坡冲刷同时兼顾景观绿化，对于边坡高度不大于 3m 的边坡采用植草防护，植草防护应选用根系发达、茎干低矮、枝叶茂盛、生长力强的混合多年生草种，播撒草种应按撒播或行播进行，为使草种分布均匀，可先将种子与沙、干土或锯末混合播种，草种埋入深度不小于 5cm，播完后将土耙匀拍实。播种时间一般在春季或秋季。播种完，应加强管理，经常检查，必要时进行补种。本次

植草可选用结缕草，此类植物为多年生长，适合春播、秋播，种子数量为 1.5-2.0g/m²。

②路基边坡拱形骨架防护

为防止边坡冲刷同时兼顾景观绿化，路基填方高度大于 3m 时采用拱形骨架防护。骨架采用 C30 水泥混凝土预制块，拱圈内植草绿化，基础采用 C30 混凝土现浇。

③预制混凝土块护坡

在路线临近河塘及长期积水洼地处，为防止路基边坡在水的长期浸泡、冲刷下，形成坍塌、沉陷，设置水泥混凝土预制块护坡，坡面采用 15cm 厚 C30 预制混凝土砌筑，其下设置 10cm 厚的碎石垫层，并加铺防水土工布，基础采用 C30 现浇混凝土。

④锚杆格梁喷混植生防护

本项目挖方最深处左侧 K9+756 挖方深度为 23.5m，右侧 K9+990 挖方深度为 19.76m，边坡坡率采用 1:1.0，该路段路堑边坡岩体主要为砖红色、黄绿色强~中风化泥质砂岩，岩体产状 312°∠20°，岩体倾向与边坡坡向夹角 48°，为大角度斜交外倾边坡，根据极射赤平投影图分析，边坡整体是基本稳定的，应对边坡上危岩块体进行加固治理，防止塌落，最下一级与第二层台阶采用锚杆格梁喷混植生防护，第三层台阶采用拱形骨架防护。

30 号水泥砂浆锚杆为梅花形布置，孔排距均为 3m，并注意出露端的防锈处理；锚孔直径不小于 65mm。挂网为双扭结六边形机编镀锌铁丝网，喷混植生分为基质层混合料和植生层混合料两次喷播，基质层混合料 7cm，植生层混合料 3cm；基底种子用量占 20~30%，表层种子用量占 70~80%，上述配比仅为一般性原则，具体可根据实际情况进行调整。

（7）路面结构

本项目地处 II 5a 区，经路基掺灰处理后，路床顶面回弹模量要求不低于 60MPa。

①K0+000~K4+557（4.557km）利用 X301（起点-何家村北交叉口）改建路段鉴于路面结构强度不足、道路两侧房屋及既有路面标高受限等因素，该路段路面结构为：铣刨或挖除原有 25.5m 范围内路面结构，路床处理后铺筑：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）+6cmSBS 改性沥青混凝土（AC-20C）+热沥青预

拌碎石封层、透层+36cm 水泥稳定碎石基层+18cm 低剂量水泥稳定碎石底基层。

挖方路段在底基层下设置 15cm 级配碎石垫层。

②采空区路段

路床处理后铺筑：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）+黏层+6cmSBS 改性沥青混凝土（AC-20C）+热沥青预拌碎石封层、透层+36cm 水泥稳定碎石基层+低剂量 18cm 水泥稳定碎石底基层+40cm 级配碎石垫层。

③其余路段新建路段路面结构

路床处理后铺筑：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）+黏层+6cmSBS 改性沥青混凝土（AC-20C）+热沥青预拌碎石封层、透层+36cm 水泥稳定碎石基层+低剂量 18cm 水泥稳定碎石底基层。

挖方路段在底基层下设置 15cm 级配碎石垫层。

④桥面铺装

桥面铺装：4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）+黏层+6cmSBS 改性沥青混凝土（AC-20C）。

在灯控路口前后位置路面下面层采用低标号改性沥青混凝土（PG82-22），以增强路面的抗车辙能力。

⑤平面交叉设计路面结构

被交道增设的加宽车道：采用与主线相同的路面结构，即 4cm 沥青玛蹄脂碎石混合料（SMA-13）+黏层+6cmSBS 改性沥青混凝土（AC-20C）+下封层+透层+18cm 水泥稳定碎石+18cm 水泥稳定碎石+18cm 低剂量水泥稳定碎石。

右进右出接入口：原路面为沥青路面的，铣刨 4cm 沥青面层和基层后加铺 4cmAC-13+2×18cm 厂拌再生水泥稳定混合料基层。

原路面为水泥混凝土路面的，挖除水泥路面及基层后加铺 20cm 水泥+15cm 厂拌再生水泥稳定混合料基层。

原路面为土路的，采用 20cm 铣刨料进行顺接。

（8）路基、路面排水设计

①路基排水

本项目自 K1+900 后填方路段填方段均采用梯形混凝土预制块排水沟，以提高行车安全性，改善路容景观。边沟底宽采用 0.8m，标准深度为 0.8m，实际深度由排水纵坡设计确定，当边沟深度小于标准沟深 2/3 时，边沟外侧采用挡水捻，

挡水捻顶宽 30cm，外侧采用 1:1 放坡；挖方段采用 C30 现浇混凝土边沟，盖板采用 C30 预制钢筋混凝土；全线共设置 110 道过水边沟涵。

边沟与排水沟应纵向贯通并引入涵洞内或者天然沟渠中，引入天然沟渠时，注意其排水方向，确保排水顺畅，边沟与排水沟结合涵洞、天然沟渠形成本项目综合排水体系。

②路面排水

a. 全线除平交口路段外，在道路边部设置盲沟，盲沟填料采用水泥处治开级配碎石，空隙率为 15%~20%，集料粒径应符合有关规范规定，配合比应按透水性要求和施工要求通过适配确定。每隔 30 米设置 $\phi 12\text{cm}$ PVC 横向排水管，并在凹形竖曲线最低点增设一处，坡度 $\geq 5.0\%$ ，纵向带孔排水管采用 $\phi 10\text{cm}$ PVC 排水管，纵向带孔排水管每延米排水管的开口总面积不宜小于 4200mm^2 ，宜设 3 排槽口或孔口，沿管周边等间隔(120°)排列。设槽口时，槽口的宽度可为 1.3mm，长度可为 15mm，设孔口时，孔的直径可为 5mm，出水口应伸出路基边坡 2~3cm，并采用镀锌铁丝网罩住。

b. 全线采用集中排水方式，每隔 30m 设置一道泄水槽将路面汇水排出。泄水槽喇叭口及基础位置采用 C30 水泥混凝土浇筑，槽身采用 C30 凝土预制块砌筑，并用 M7.5 水泥砂浆勾缝。每 2 米设一个防滑平台，不够 2 米的不设置防滑平台，防滑平台采用 C30 水泥混凝土现浇。

c. K0+000-K1+900 路段采用地下管道排水形式，将路面汇水通过雨水口收集后，排入雨水检查井，进入地下排水管道，由管道运输至地下排水出口排出。

d. 中央分隔带排水

非超高段中央分隔带排水

2m 中央分隔带中设置碎石渗沟。碎石渗沟内设置直径为 15cm 的玻璃钢夹砂管中央分隔带汇水收集后，沿纵向排入桥涵内。根据相邻出水口间距、路线凹形竖曲线设置情况，纵向排水不利时，考虑设置横向 $\phi 15\text{mm}$ 玻璃钢夹砂管将汇水排出路基之外，间距 60m 设置一道，左右侧间隔设置，横向排水管采用 C30 水泥混凝土包封。

超高段中央分隔带排水

在超高段横坡 0%之间路段，中央分隔带顶面设置混凝土矩形明沟，每隔 50m 设置集水井一处，将雨水通过横向排水管排出路基。横向排水管采用 $D=300\text{mm}$

的Ⅱ级钢筋混凝土管，并采用 C30 混凝土包封，坡度不小于 2%。

1.1.2.4 桥涵工程

1.桥涵构造物设置情况

本项目全线新建大桥 2 座、中桥 5 座，小桥 2 座，新建主线涵 89 道。

2.设计标准

荷载等级：公路-I 级；

设计洪水频率：1/100；

环境类别：I 类环境；

桥梁涵洞主体结构设计使用年限：大、中桥 100 年；小桥、涵洞 50 年；

结构设计基准期：100 年；

地震动峰值加速度系数为 0.05，地震基本烈度为 6 度，桥梁抗震措施设防烈度 7 度；

桥涵宽度：桥梁全宽 25m、涵洞与路基同宽。

3.桥梁方案

（1）绣江河大桥

桥跨越绣江河，桥跨布置为 $8 \times 20\text{m}$ 后张法预应力混凝土简支小箱梁，桥梁起点桩号为 K12+035.30，终点桩号为 K12+213.3，桥梁全长 166m，桥右偏角为 90° 。桥梁上部结构采用后张法预应力混凝土小箱梁；下部结构桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 2 联，在 0#台、5#墩、10#台处设置 D80 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 10cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

（2）漯河大桥

本桥跨越漯河，桥跨布置为 $6 \times 20\text{m}$ 后张法预应力混凝土简支小箱梁，桥梁起点桩号为 K14+954.67，终点桩号为 K15+080.67，桥梁全长 126m，桥右偏角为 60° 。桥梁上部结构采用后张法预应力混凝土小箱梁；下部结构桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 2 联，在 0#台、3#墩、6#台处设置 D80 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 10cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

（3）宋家磨中桥

本桥跨越绣江河支流，桥跨布置为 $2 \times 16\text{m}$ 先张法预应力混凝土简支空心板，

桥梁起点桩号为 K13+286.40，终点桩号为 K13+324.44，桥梁全长 38m，桥右偏角为 75° 。桥梁上部结构采用先张法预应力混凝土空心板；下部结构桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 1 联，在 0#台、2#台处设置 D60 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 15cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

(4) 牛推官中桥

本桥跨越大河，桥跨布置为 $3 \times 16\text{m}$ 先张法预应力混凝土简支空心板，桥梁起点桩号为 K19+942.47，终点桩号为 K19+996.51，桥梁全长 54m，桥右偏角为 60° 。桥梁上部结构采用先张法预应力混凝土空心板；下部结构桥台采用肋板台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 1 联，在 0#台、3#台处设置 D60 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 15cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

(5) 袁庄中桥

本桥跨越袁庄泄洪沟，桥跨布置为 $3 \times 20\text{m}$ 后张法预应力混凝土简支小箱梁，桥梁起点桩号为 K20+521.52，终点桩号为 K20+587.52，桥梁全长 66m，桥右偏角为 90° 。桥梁上部结构采用后张法预应力混凝土小箱梁；下部结构桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 1 联，在 0#台、3#台处设置 D80 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 10cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

(6) 桑园中桥

本桥跨越二道沟，桥跨布置为 $3 \times 16\text{m}$ 先张法预应力混凝土简支空心板，桥梁起点桩号为 K21+872.13，终点桩号为 K21+926.17，桥梁全长 54m，桥右偏角为 60° 。桥梁上部结构采用先张法预应力混凝土空心板；下部结构桥台采用柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 1 联，在 0#台、3#台处设置 D60 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 15cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

(7) 巴漏河中桥

本桥跨越东巴漏河，桥跨布置为 $3 \times 20\text{m}$ 后张法预应力混凝土简支小箱梁，桥梁起点桩号为 K22+635.50，终点桩号为 K22+701.50，桥梁全长 66m，桥右偏角为 120° 。桥梁上部结构采用后张法预应力混凝土小箱梁；下部结构桥台采用

柱式台，桥墩采用柱式墩，墩台基础均采用桩基础。全桥共分为 1 联，在 0#台、3#台处设置 D80 型模数式伸缩缝，桥面铺装采用 10cm 厚 C50 混凝土+10cm 厚沥青混凝土。

(8) 小桥

全线小桥共计两座，上部结构采用 1-13m 装配式预应力混凝土空心板，下部结构桥台采用薄壁台，基础均采用桩基础。

桥梁设置一览表见表 1-4。

4.涵洞方案

全线涵洞采用钢筋混凝土盖板涵、钢筋混凝土圆管涵、套管及钢制波纹管三种结构型式，其中盖板涵 20 道，圆管涵 60 道，套管 6 道、钢制波纹管 3 道。

详见表 1-5。

表 1-4 桥梁设置一览表

序号	中心桩号	标段	名称	设计水位	设计流量	桥梁宽	交角	孔数及跨径	桥梁全长	桥梁用地	桥梁结构				备注	
				(m)	(m³/s)	(m)	(度)	(孔-米)	(m)	(m²)	上部结构	下部结构				
												桥台		桥墩		
												形式	基础	形式		基础
1	K6+888.80	SG-1	庆元村小桥			25.5	90	1-13	20.50	522.8	预应力砼筒支空心板			薄壁台	桩基	新建
2	K12+118.30	SG-1	绣江河大桥	37.64	1351.9	25.5	90	8-20	166.00	4233.0	预应力混凝土小箱梁	柱式墩	柱式台	桩基	桩基	新建
3	K13+305.42	SG-2	宋家磨中桥	38.39	166.3	25.5	75	2-16	38.04	970.0	预应力砼筒支空心板	柱式墩	柱式台	桩基	桩基	新建
4	K14+716.91	SG-2	八里辛庄小桥			25.5	90	1-13	20.5	522.8	预应力砼筒支空心板			薄壁台	桩基	新建
5	K15+017.67	SG-2	漯河大桥	42.86	998.9	25.5	60	6-20	126.00	3213.0	预应力混凝土小箱梁	柱式墩	柱式台	桩基	桩基	新建
6	K19+969.49	SG-2	牛推官中桥	71.08	200.7	25.5	60	3-16	54.04	1378.0	预应力砼筒支空心板	柱式墩	肋板台	桩基	桩基	新建
7	K20+554.52	SG-2	袁庄中桥	66.6	213.5	25.5	90	3-20	66.00	1683.0	预应力混凝土小箱梁	柱式墩	柱式台	桩基	桩基	新建
8	K21+899.15	SG-2	桑园中桥	64.95	123.6	25.5	60	3-16	54.04	1378.0	预应力砼筒支空心板	柱式墩	柱式台	桩基	桩基	新建
9	K22+668.50	SG-2	巴漏河中桥	62.85	984.4	25.5	120	3-20	66.00	1683.0	预应力混凝土小箱梁	柱式墩	肋板台	桩基	桩基	新建
									611.12	15583.6						

表 1-5 涵洞设置一览表

序号	中心桩号	标段	结构类型	孔数及孔径	交角	涵长	洞口形式		利用情况	备注
				(孔-米)	(度)	(m)	进口	出口		
1	K0+428.38	SG-1	盖板涵	1-4.0	90	44.00	无	无	新建	保护涵
2	K0+457.70	SG-1	盖板涵	2-4.0	90	44.00	无	无	拆除新建	保护涵
3	K0+805.00	SG-1	盖板涵	1-4.0	90	42.90	无	无	新建	保护涵
4	K1+125.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	90	41.80	无	无	新建	排水
5	K1+221.76	SG-1	盖板涵	1-4.0	95	43.26	无	无	新建	保护涵、排水
6	K1+379.20	SG-1	套管	1-0.35	90	33.00	无	无	拆除新建	保护涵
7	K1+639.36	SG-1	盖板涵	1-4.0	90	44.00	无	无	新建	保护涵
8	K1+938.00	SG-1	盖板涵	1-4.0	45	43.86	八字墙	八字墙	拆除新建	排水
9	K2+213.04	SG-1	盖板涵	1-4.0	85	31.16	无	无	新建	保护涵
10	K2+598.82	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.25	八字墙	八字墙	拆除新建	保护涵
11	K3+070.59	SG-1	盖板涵	1-4.0	95	31.16	无	无	新建	保护涵
12	K3+166.27	SG-1	盖板涵	1-4.0	100	31.61	无	无	新建	保护涵
13	K3+250.66	SG-1	盖板涵	1-4.0	85	31.16	无	无	拆除新建	保护涵
14	K3+464.90	SG-1	盖板涵	1-4.0	90	30.80	无	无	新建	保护涵
15	K4+000.00	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	31.35	八字墙	八字墙	拆除新建	保护涵
16	K4+401.50	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	37.95	八字墙	八字墙	拆除新建	保护涵
17	K4+645.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	90	40.70	倒虹吸	倒虹吸	新建	边沟涵
18	K4+977.51	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	保护涵
19	K5+308.42	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	保护涵
20	K5+620.23	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	31.35	八字墙	八字墙	新建	保护涵

序号	中心桩号	标段	结构类型	孔数及孔径	交角	涵长	洞口形式		利用情况	备注
				(孔-米)	(度)	(m)	进口	出口		
21	K6+054.49	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
22	K6+496.16	SG-1	圆管涵	1-0.75	95	32.56	八字墙	八字墙	新建	保护涵
23	K6+746.91	SG-1	圆管涵	1-0.75	100	33.77	八字墙	八字墙	新建	保护涵
24	K7+078.42	SG-1	圆管涵	1-0.75	105	34.32	八字墙	八字墙	新建	保护涵
25	K7+501.88	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	34.65	八字墙	八字墙	新建	保护涵
26	K7+751.50	SG-1	圆管涵	1-0.75	110	32.23	八字墙	八字墙	新建	保护涵
27	K7+830.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	90	31.35	八字墙	八字墙	新建	连蒸发池、排水
28	K8+100.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	连蒸发池、排水
29	K8+402.62	SG-1	圆管涵	1-1.5	95	32.56	八字墙	八字墙	新建	保护涵
30	K8+700.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	连蒸发池、排水
31	K8+773.02	SG-1	圆管涵	1-0.75	95	32.56	八字墙	八字墙	新建	保护涵
32	K9+082.90	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	31.35	八字墙	八字墙	新建	保护涵
33	K9+370.00	SG-1	波纹管涵	1-1.5	90	40.15	倒虹吸	八字墙	新建	排水
34	K10+520.00	SG-1	圆管涵	1-1.5	115	46.67	八字墙	八字墙	新建	边沟涵
35	K10+624.88	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	保护涵
36	K10+888.90	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	保护涵
37	K11+161.46	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	保护涵
38	K11+548.60	SG-1	圆管涵	1-0.75	100	31.02	八字墙	八字墙	新建	保护涵
39	K11+738.84	SG-1	圆管涵	1-0.75	100	33.22	八字墙	八字墙	新建	保护涵
40	K12+361.41	SG-1	圆管涵	1-0.75	90	41.80	八字墙	八字墙	新建	保护涵
41	K12+922.41	SG-1	圆管涵	1-0.75	120	37.95	八字墙	八字墙	新建	保护涵

序号	中心桩号	标段	结构类型	孔数及孔径	交角	涵长	洞口形式		利用情况	备注
				(孔-米)	(度)	(m)	进口	出口		
42	K13+113.42	SG-2	圆管涵	1-1.5	120	38.64	八字墙	八字墙	新建	排水
43	K13+628.12	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	34.10	八字墙	八字墙	新建	保护涵
44	K13+918.36	SG-2	圆管涵	1-0.75	85	33.66	八字墙	八字墙	新建	保护涵
45	K14+083.47	SG-2	圆管涵	1-0.75	85	34.21	八字墙	八字墙	新建	保护涵
46	K14+158.03	SG-2	圆管涵	1-0.75	85	35.31	八字墙	八字墙	新建	保护涵
47	K14+365.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	85	55.84	八字墙	八字墙	新建	边沟涵
48	K14+482.91	SG-2	套管	1-0.35	85	30.80	无	无	新建	保护涵
49	K14+508.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	80	52.70	八字墙	八字墙	新建	边沟涵
50	K14+879.13	SG-2	圆管涵	1-0.75	65	36.19	八字墙	八字墙	新建	保护涵
51	K15+426.68	SG-2	圆管涵	1-0.75	95	30.36	八字墙	八字墙	新建	保护涵
52	K15+810.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	90	33.00	倒虹吸	倒虹吸	新建	排水
53	K16+107.91	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	33.00	八字墙	八字墙	新建	保护涵
54	K16+315.69	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
55	K16+556.12	SG-2	盖板涵	1-4.0	75	34.10	八字墙	八字墙	新建	保护涵
56	K16+594.59	SG-2	盖板涵	1-4.0	90	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
57	K16+855.79	SG-2	圆管涵	1-0.75	80	32.23	八字墙	八字墙	新建	保护涵
58	K17+023.00	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	42.90	八字墙	八字墙	新建	保护涵
59	K17+515.88	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	保护涵
60	K17+700.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	90	31.90	倒虹吸	倒虹吸	新建	排水
61	K17+997.79	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	31.90	八字墙	八字墙	新建	保护涵
62	K18+552.21	SG-2	圆管涵	1-0.75	55	37.73	八字墙	八字墙	新建	保护涵

序号	中心桩号	标段	结构类型	孔数及孔径	交角	涵长	洞口形式		利用情况	备注
				(孔-米)	(度)	(m)	进口	出口		
63	K18+930.68	SG-2	盖板涵	1-4.0	65	38.50	八字墙	八字墙	新建	保护涵
64	K19+238.12	SG-2	盖板涵	1-4.0	110	32.78	八字墙	八字墙	新建	保护涵
65	K19+437.50	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	30.25	八字墙	八字墙	新建	保护涵
66	K19+500.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	90	34.10	倒虹吸	倒虹吸	新建	排水
67	K19+675.22	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	35.75	八字墙	八字墙	新建	保护涵
68	K20+405.49	SG-2	盖板涵	1-4.0	95	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
69	K20+424.20	SG-2	盖板涵	1-4.0	90	31.90	八字墙	八字墙	新建	保护涵
70	K20+435.85	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	保护涵
71	K20+865.41	SG-2	圆管涵	1-0.75	95	30.36	八字墙	八字墙	新建	保护涵
72	K21+200.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	90	32.45	倒虹吸	倒虹吸	新建	排水
73	K21+477.25	SG-2	圆管涵	1-0.75	105	31.57	八字墙	八字墙	新建	保护涵
74	K21+662.50	SG-2	圆管涵	1-0.75	110	32.78	八字墙	八字墙	新建	保护涵
75	K22+069.82	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
76	K22+365.63	SG-2	圆管涵	1-0.75	105	34.32	八字墙	八字墙	新建	保护涵
77	K22+922.87	SG-2	圆管涵	1-0.75	60	36.30	八字墙	八字墙	新建	保护涵
78	K22+991.07	SG-2	盖板涵	1-4.0	65	35.75	八字墙	八字墙	新建	保护涵
79	K23+200.00	SG-2	圆管涵	1-1.5	90	33.00	倒虹吸	倒虹吸	新建	排水
80	K23+501.43	SG-2	圆管涵	1-0.75	95	31.46	八字墙	八字墙	新建	保护涵
81	K23+749.31	SG-2	圆管涵	1-0.75	90	32.45	八字墙	八字墙	新建	保护涵
82	K23+885.90	SG-2	套管	1-0.35	35	53.90	无	无	新建	保护涵
83	K24+456.70	SG-2	套管	1-0.35	90	30.80	无	无	新建	保护涵

序号	中心桩号	标段	结构类型	孔数及孔径	交角	涵长	洞口形式		利用情况	备注
				(孔-米)	(度)	(m)	进口	出口		
84	K24+569.17	SG-2	盖板涵	1-4.0	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	排水
85	K24+695.10	SG-2	波纹管涵	1-1.0	80	33.23	八字墙	八字墙	新建	灌溉涵
86	K25+000.00	SG-2	波纹管涵	1-1.5	90	33.00	八字墙	八字墙	新建	排水
87	K25+405.30	SG-2	套管	1-0.35	50	38.50	无	无	新建	保护涵
88	K25+435.49	SG-2	盖板涵	1-4.0	90	30.80	八字墙	八字墙	新建	排水
89	K25+450.60	SG-2	套管	1-0.35	85	30.80	无	无	新建	保护涵

1.1.2.5 交叉工程

1.养护工区

本项目设养护工区 1 处，位于小康村西，附近桩号为 K20+858。该区南北长约 100m，东西长约 180m，永久占地 1.80hm²。

养护工区由东往西依次布置办公楼、养护机械停车区以及堆场，其中办公楼二层，砖混结构，建筑物建筑面积为 838.6m²。

为给职工创造较好的工作环境，主体设计在养护工区设置绿化区，绿化面积为 0.73hm²，绿化系数为 40.8%。

养护工区主要经济技术指标表见 1-6。基本情况见表 1-7。

表 1-6 主要经济技术指标表

名称	单位	数量	层数
总用地面积	m ²	17965	
总建筑面积	m ²	1170.77	
办公楼	m ²	838.59	2
食堂	m ²	132.25	1
车库、仓库	m ²	178.33	1
其他服务用房	m ²	21.6	1
建筑密度	%	12.97	
小车位	辆	21	
货车位	辆	11	
容积率		0.07	

表 1-7 养护工区基本情况表

序号	标段	位置	房建名称	用地面积(hm ²)	绿化面积(hm ²)	绿化率
1	SG-4	K20+858 西侧	养护工区	1.80	0.73	40.83%
			合计	1.80	0.73	40.83%

2.平面交叉

本项目全线共设交叉 159 处，其中，平面交叉 19 处，与等级路平面交叉 9 处，与等外路平面交叉 10 处，中央分隔带均设置开口；右进右出接入口 68 处，中央分隔带不设置开口；管线交叉 72 处。

(1) 技术标准

①主线设计车速为 80km/h，平交口范围内的直行车道设计车速为 60km/h，左转弯设计车速为 20km/h，K0+000、K14+434.638 及 K25+485.017 处右转弯车

道转弯速度为 30km/h，其余平交口右转弯车道转弯速度为 20km/h。

②除设渠化岛的平面交叉设计车型采用铰接列车外，其它平面交叉设计车型为载重汽车，验算车型为铰接列车。

③与等外路交叉，被交道两侧分别设置 20m 的顺坡段（纵坡方向及纵坡值与交叉处主线一致），20m 外纵坡值按照不大于 3%控制。

④主要公路在交叉范围内的圆曲线设置超高时，次要公路的纵坡应服从主要公路的横坡。

（2）平面交叉分布及设置概况

平交口设置时结合被交路等级、中央分隔带开口最小距离等因素综合考虑设置中央分隔带开口的平面交叉。

本工程为设计速度 80km/h 的一级公路，平面交叉最小间距不小于 1000m 控制。

①平面交叉主要路口设置

本项目平面交叉被交道路主要为国省道及城镇主要道路，为提高主线通行能力，减少行车干扰，结合乡镇路网规划，本项目共设平面交叉 19 处，中央分隔带开口。其中，与等级路平面交叉 9 处，根据交通量，采用灯控或者主路优先的交通管理方式。与等外路平面交叉 10 处，均采用主路优先的交通管理方式。交叉形式分别为十字型、T 型，其中 13 处采用加辅转角设计，6 处设置导流岛进行渠化设计。为使改建段新老路的衔接，被交道均进行了纵段及交叉范围内高程设计。

②右进右出接入口

右进右出接入口为与村道及生产道等的交叉，接入主线，全线共设 68 道。采用加辅转角及纵断面顺坡的改造形式与主线相接，中央分隔带不开口，车辆及人员需要到前方绕行附近平交口穿越公路。

右进右出接入口交叉角度小于 70° 的，有条件的均被交道作改线处理，条件受限的接入口角度按 60° 控制。

③管线交叉

沿线共有 25 处与自来水、燃气、军用光缆、通信、广电和监控等管线交叉，均设置了保护涵。全线共设灌溉保护涵 46 处。

主要平面交叉设置情况见表 1-8。

表 1-8 主要平面交叉设置情况一览表

序号	中心桩号	被交路名称	被交路等级	与主线交角	路面结构类型	路面设计宽度 (m)
1	K0+000.0	老 S102	一级公路	90	沥青	30.0
6	K1+645.3	村路	等外路	90	水泥	5.0
2	K3+255.4	村路	四级公路	94	水泥	4.0
3	K4+557.8	X301	二级公路	91	沥青	15.0
7	K5+613.7	村路	等外路	100	水泥	5.0
8	K6+751.7	村路	等外路	100	水泥	5.0
4	K7+807.9	X303	四级公路	115	水泥	5.0
9	K9+078.4	村路	等外路	92	水泥	5.0
5	K10+384.8	S241	一级公路	114	沥青	14.5
10	K12+356.8	村路	等外路	98	水泥	5.0
15	K13+397.9	机耕路	等外路	63	水泥	5.0
11	K14+434.6	S234	一级公路	77	沥青	40.0
16	K16+098.0	机耕路	等外路	76	水泥	5.0
12	K17+101.8	相郝路	二级公路	89	沥青	12.0
17	K18+926.1	村路	等外路	89	水泥	5.0
13	K20+431.3	X303	四级公路	90	沥青	8.0
18	K22+271.2	村路	等外路	77	水泥	5.0
19	K23+744.9	村路	等外路	88	水泥	5.0
14	K25+485.0	老 S102	一级公路	90	沥青	27.5/24.5/47.5

1.1.2.7 施工便道

因施工需要，在沿线设置施工便道，施工便道总长25485m（其中利用老路长4558m、新建便道长20927m），占地面积9.42hm²。

本工程施工便道设置情况见表1-9。

1.1.2.8 施工生产生活区

本工程监理、施工单位项目部等生活区全部为租赁或自有，没有新建；沥青、水稳拌合站等生产区全部为自有，也没有新建，租赁和自有场地不计入本工程临时占地。

本工程施工生产生活区设置情况见表1-10。

表 1-9 施工便道设置一览表

序号	工程名称	标段	便道位置	桩号范围	便道性质	使用旧路情况	便道长度 (m)	宽度 (m)	占地面积	占地类型	现状
									(m ²)		
1	纵向施工便道	SG-1	左右两侧半封闭交替使用	K0+000~K4+558	利用	利用既有道路	4558		利用原有道路不计入占地面积	公路用地	路基
2	纵向施工便道	SG-1	左侧	K4+558~K13+000	新建		8442	4.5	37989.00	耕地	植被恢复
3	纵向施工便道	SG-2	左侧	K13+000~K25+485	新建		12485	4.5	56182.50	耕地	植被恢复
							25485		94171.50		

表 1-10 施工生产生活区情况一览表

序号	标段和用途	位置	经纬度	使用性质	用地情况	现状
1	SG-1 施工标段项目部+沥青、水稳拌合站	章丘潘王路西侧、大李村东侧	117°25'11.93", 36°47'1.89"	自有	自有场地不计入占地	自有场地
2	SG-2 施工标段项目部	章丘牛一农博园院内	117°35'5.83", 36°45'50.77"	租赁	租赁场地不计入占地	租赁后归还
3	SG-2 施工标段沥青、水稳拌合站	章丘安莉芳路圣井道材	117°24'8.59", 36°40'54.92"	自有	自有场地不计入占地	自有场地
3	SG-3 施工标段项目部	章丘枣园街道枣园公路站	117°27'47.63", 36°43'52.36"	租赁	租赁场地不计入占地	租赁后归还
4	SG-4 施工标段项目部	新建养护工区内部	117°34'29.01", 36°45'22.75"	租赁	位于养护工区内部，不重复计算占地	已按养护工区设计建成

1.1.3 项目区概况

1.地形地貌

本工程呈东西走向，位于章丘市北部，属于平原微丘区，沿线地形起伏不大，地势平坦，局部分布微丘（赭山和桃花山），海拔高度在 38.06~79.3m，自然坡度约 3~5‰。

2.工程地质

线路位于鲁西隆起区的泰鲁块隆内，属旋扭性构造鲁西系的外旋层部位，南北向与北西向压扭性断层发育。古生代地层由新到老出露，最老的为中上寒武系的灰岩出露构成南部小区。项目区广泛分布泥岩，下部为淡水灰岩，上部为沙砾石层及各种土类。拟建路线所经区域内无滑坡等不良地质条件。

3.地震

项目区地震动峰值加速度系数为 0.05，地震基本烈度为 6 度。

4.水文地质

项目区沿线地下水类型为第四系潜水和基岩裂隙水，水质较好，水量较多，埋藏较浅，易于开采。地下水以 1%~2%水力坡降自西向东缓慢运动，排泄方式以垂直蒸发和人工开采为主。常年最高地下水位埋深一般大于 5.0m。地下水对混凝土和钢筋无腐蚀性。拟建路线所经区域内水文地质条件总体比较简单，沿线水质较好，大多数可以直接用于生活和生产，对工程无不良影响。

5.气候气象

项目区属暖温带大陆性半湿润季风气候，四季分明，雨热同季。春季干旱多风，夏季雨量集中，秋季温和凉爽，冬季雪少干冷。

项目区多年平均气温 12.8℃，极端最高气温 42.4℃，极端最低气温-18.7℃， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温约 4264℃。年降水量 600.8mm，降雨有明显的季节性，其中雨季（6~9月）占全年降水量的 70%左右，多年最大 1 小时降水量为 208mm。年蒸发量 1598.1mm。年均风速为 2.4m/s，大风日数 15 天，全年主导风向为 ESE。最大冻土深度 50cm，多年平均无霜期 192 天，最大积雪深度 15cm。年均日照 2647.6 小时。

气象特征值见表 1-11。

表 1-11 工程基本气象要素年值统计表

序号	项目	单位	数值
1	多年平均气温	°C	12.8
2	极端最高气温	°C	42.4
3	极端最低气温	°C	-18.7
4	最热月平均气温	°C	26.6
5	最冷月平均气温	°C	1.8
6	≥10°C积温	°C	4264
7	多年平均无霜期	天	192
8	年降水量	mm	600.8
9	年最大降水量	mm	1219.5
10	年最小降水量	mm	363.9
11	多年最大一日降水量	mm	208
12	多年最大一小时降水量	mm	71.4
13	多年最大 10 分钟降水量	mm	24.2
14	100 年一遇设计 24 小时降水量	mm	264.64
15	多年平均风速	m/s	2.4
16	多年瞬时最大风速	m/s	23.3
17	全年主导风向		ESE
18	冬季主导风向		ESE
19	夏季主导风向		SSW
20	多年最多大风日数	天	15
21	年蒸发量	mm	1598.1
22	多年平均日照时数	h	2647.6
23	多年最大冻土深度	cm	50
24	多年最大积雪深度	cm	15

6.土壤植被

土壤：线路途经区域土壤以潮褐土为主，表土层厚 0.20~0.3m。大部土体深厚，呈中性至微碱性，保水肥性强，熟化程度高，耕性较好，适种多种作物，粮、棉高产稳产。项目区土壤质地为壤土，粘粒含量大，砂粒含量小，可蚀性因子较高，在降雨和风力作用下容易发生土壤侵蚀。

植被：项目区植被类型属暖温带落叶阔叶林区，沿线天然植被较少，植被多为人工栽培或通过封山育林天然次生形成的乔、灌、草。河流沿岸及道路两侧、村庄边缘多种植杨树，农田种植物以小麦、玉米、大葱和果树为主。项目区林草覆盖率约 27.3%。线路所经区域地表植被主要为农作物，并占用少量的杨树、法

桐、苹果树、桃树经济林木。

7.河流水系

线路沿线穿越的河流主要有绣江河、东巴漏河、漯河，均是以防洪、排涝、灌溉为主的大型河道，均无通航要求。这些河流大部分属于小清河流域，小部分属于大汶河流域。

(1) 绣江河

绣江河亦称濛河，金盘以上原称玉带河，为小清河支流。是山东省章丘市境内最大的一条河，也为章丘的母亲河。因芹藻浮动，水纹如绣得名。属常流河。发源于章丘市明水镇东麻湾龙眼泉，经明水镇、绣惠镇、水寨镇，从水寨镇辛丰庄北注入小清河，全长 32.8km。主要支流有：百脉泉、金镜泉、清水泉、西麻湾、眼明泉、西巴漏河。

(2) 东巴漏河

东巴漏河属季节河，发源于淄博市博山区镇门峪东南青龙湾，穿过淄川区东、西牛角石屋村，至西石门村南入章丘县境。沿章（丘）淄（川）边界北行，流经阎家峪乡弓角湾、普集镇杏林水库，至相公庄镇寨子附近龙湾头注入漯河，全长 34.4km，河床宽 10~30m。

(3) 漯河

漯河，于相公庄镇龙湾头上接东巴漏河，至刁镇东北入芽庄湖，全长 28km。巨野河，西支源于历城区大龙堂拔槊泉，东支源于北曹范村西，两支在龙山镇北汇入杜张水库，全长 46.8km。

8.水土流失与水土保持概况

(1) 水土流失现状：

S102济青线章丘绕城段改建工程为建设类项目，沿线经过的行政区为济南市章丘区，项目区地貌单元属平原微丘区。依据批复的水土保持方案，本工程水土流失防治标准采用建设类一级标准。

根据《全国水土保持区划（试行）》，在全国土壤侵蚀类型区划中所处的类型区为北方土石山区（北方山地丘陵区）-泰沂及胶东山地丘陵区-鲁中南低山丘陵土壤保持区。

根据第一次全国水利普查资料：章丘区以水力侵蚀为主，水力侵蚀侵蚀面积为413.23km²，占总面积的22.18%。其中轻度侵蚀面积255.12km²，中度侵蚀面积

108.45km²，强烈侵蚀面积37.68km²，极强烈侵蚀面积9.74km²，剧烈侵蚀面积2.24km²。

综上，线路经过区域属于平原微丘区，项目区土壤侵蚀类型为水蚀，侵蚀强度为轻度，侵蚀形式为沟蚀和面蚀。项目区现状土壤侵蚀强度 800t/（km²·a）。根据《北方土石山区水土流失综合治理技术标准》（SL665-2014），项目区容许土壤流失量为 200t/（km²·a）。

（2）水土保持概况

多年来，章丘区坚持治理开发与执法监督两手抓，切实加大水土保持生态环境建设工作力度，取得了显著成效。特别是“十一五”以来，在取消“两工”的新形势下，创新了灵活长效的投入机制，积极促进治理形式的转变。水土保持综合治理从过去以集体组织的大规模治理、乡镇会战、群众投入治理为主，转变为以国家投入和民营大户投入为主。形成了以国家投入为引导，民间投入为补充，个体经营、公司经营、等多种形式并存的治理格局，完善了水保建设投入机制，增强了水保发展活力。

在开发建设项目方面，一是县市水行政主管部门加强执法监督；二是在治理措施的设计中，尽可能加强防洪排水工程措施，扩大植物措施面积，选用当地适生的乡土树草种，譬如乔木有速生杨、柳树、刺槐等，灌木有棉槐、荆条、黄荆、冬青等，草种有中华结缕草、翻白草、紫花苜蓿、狗牙根、紫羊茅、黑麦草等。

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

建设单位依据《中华人民共和国水土保持法》等有关法律、法规，监督落实保护生态环境和防治污染设施与建设项目主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用的“三同时”制度。协调处理工程与地方政府、群众团体的生态环境保护问题，签订对外的环境保护合同、协议，调查处理公路施工过程中的环境破坏和污染事故，施工过程中环境保护管理主要采取以下措施：

生态环境管理：合理选择土石方来源，严禁随意扰动地表，并采取各类工程及植物防护措施，以减少水土流失；严格按设计用地施工，最大限度减少工程占地对沿线土地资源和农业生产影响；加强对施工队伍的管理，严禁破坏植被和捕猎动物，以减免工程建设对动、植物的影响。

施工期排水：施工生产生活区生活污水、车辆冲洗废水有组织的排放，生活污水中的粪便污水经化粪池处理，车辆冲洗集中在施工驻地进行，冲洗水经沉淀处理后与生活污水一同排出，未排入当地河流、灌渠等水体。

车辆运输：在施工期间合理组织施工车辆运输，划定汽车运输便道，避免在规定区域外随意行驶，以减缓由大量施工车辆造成的不良影响。

植被和景观恢复：线路两侧公路用地以外区域施工破坏的植被由施工单位负责恢复，路基边坡按设计并在施工合同规定时限内完成防护工程。

固体废物处置：施工生产生活区生活垃圾集中堆置，定期清运交由当地环卫部门处置。房屋建筑拆迁产生的建筑垃圾，首先考虑用于施工场地的回填，必须废弃时处置场所事先征得当地环保、水利和环卫等部门许可，并做好必要的防护措施和弃置后的恢复工作。

用地管理：工程施工过程中，建设单位严格遵循“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策，按照节约用地、少占用耕地和基本农田的原则，控制征地边界，最大限度地节约用地。严格控制临时用地数量，尽量利用既有道路、场地。

1.2.2 “三同时”制度落实情况

建设单位积极落实“三同时”制度，前期筹备工作中及时进行了可研、初步设计和施工图报告的编制工作，前期咨询报告编制完成后，及时委托山东省水利科学研究院编制了本项目水土保持方案；工程施工过程中主体工程与水土保持工程同时施工，同时发挥效益；主体工程投产前，委托监理、监测和验收单位为本工程水土保持设施进行专项验收。

1.2.3 水土保持方案编报情况

1.水土保持方案编报

2016年1月，建设单位委托山东恒立源工程建设有限公司编制完成了《S102济青线章丘绕城段改建工程水土保持方案报告书》，同年3月11日，山东省水利厅以《关于S102济青线章丘绕城段改建工程水土保持方案报告书的批复》（鲁水许字〔2016〕83号）批复了本工程的水土保持方案。

2.水土保持方案设计

（1）防治责任范围和分区

①责任范围

本项目的监测范围即水土流失防治责任范围，为项目建设区和直接影响区，工程水土流失防治责任范围总面积为 149.28hm²。

②防治分区

根据工程总体布局、建设时序、水土流失强度等进行防治分区，工程建设区工程水土流失防治区划分为路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、养护工区、施工便道区、施工场地区和取土场区共七个防治区。

(2) 方案设计各分区防治措施

根据工程施工总布置、施工特点和工程完工后的土地利用意向，采取水土保持综合防治措施，结合主体工程设计中具有的水土保持功能的工程与工程实施进度安排，按照永久措施与临时措施相结合、工程措施和生物措施相结合，布设水土流失防治措施。各区的防治措施主要有：

①路基工程区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工期间，路基边坡设置临时排水沟，路基坡脚设置永久性排水沟，排水沟末端设置排水顺接工程，中央分隔带设排水管等排水措施；施工结束后进行土地整治，然后对路基中央隔离带、土路肩及绿化带等采取乔灌木结合的绿化措施，对路基边坡采取植草护坡或浆砌石骨架植草护坡措施进行防护。

②桥涵工程区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工期间为了满足施工要求，在大的桥梁区设置临时围堰和临时泥浆池进行防护；施工结束后对桥梁两侧的桥头采取六棱空心砖植草进行防护，对桥涵下方空地地进行土地整治，然后进行植草绿化。

③交叉工程区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工结束后，被交叉道路土路肩和空地区域进行土地整治，然后撒播草籽进行防护。

④养护工区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工过程中场地道路一侧设置雨水排水沟，末端设排水顺接工程；施工结束后，绿化区进行土地整治，之后进行绿化，并在绿化区下方设置蓄水池。

⑤取土场区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工期间，取土场开挖线上方设置排水沟；施工结束后，回填表土进行土地整治，然后复耕。

⑥施工便道区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工期间，道路一侧开挖临时排水沟，末端设临时沉砂池；施工结束后，占用的耕地进行土地整治然后复耕，占用的其他土地进行土地整治然后撒草绿化。

⑦施工生产生活区

施工前首先剥离表层土，集中堆放，并采取拦挡和覆盖等临时防护措施；施工期间，周转性材料设置防尘网进行覆盖，施工场地周边开挖临时排水沟和临时沉砂池；施工结束后，占用的耕地进行土地整治然后复耕，占用的其他土地进行土地整治然后撒草绿化。

本方案水土保持措施工程量估算结果详见表 1-12。

表 1-12 方案设计各分区防治措施及措施量统计表

防治措施	单位	工程量							合计
		路基工程	桥梁工程	交叉工程	养护工区	取土场	施工场地区	施工便道	
一、工程措施									
1.表土剥离及回填	万 m ³	17.7	0.39	0.69	0.36	1.09	0.21	0.89	21.33
2.土地整治	hm ²	41.36	0.4	0.27	0.94	7.69	1.2	10.41	62.27
3.排水工程									
(1) 长度	m	25485			300	1206			26991
(2) 土方开挖	m ³	49446			47				49493
(2) M7.5 浆砌片石	m ³	3601			244				3845
(3) C25 预制混凝土	m ³	3465.04			34				3499.04
(4) 铺筑碎石	m ³	133.18							133.18
(5) 土方开挖	m ³					754			754
4.中央分隔带排水									
(1) M7.5 浆砌石竖井	m ³	425							425
(2) C25 混凝土圆管	m ³	1208							1208
5.排水顺接工程									
(1) 数量	个	12			1				13
(2) 土方开挖	m ³	624			52				676
(3) M7.5 浆砌片石	m ³	134			11				145
(4) 反滤层	m ²	24			2				26
6.拱形骨架防护									
(1) 防护长度	m	180							180
(2) C25 预制混凝土	m ³	56.2							56.2
(3) M7.5 浆砌片石	m ³	268.2							268.2
7.植草砖	m ²				400				400
8.六棱空心砖防护									
(1) 防护面积	m ²		6667						6667
(2) M7.5 浆砌片石	m ³		1864						1864
(3) C25 预制混凝土	m ³		204.8						204.8
(4) 铺筑碎石垫层	m ³		538.6						538.6
9.蓄水池									
(1) 数量	个				1				1
(2) 土方开挖	m ³				33				33
(3) 浆砌砖	m ³				10				10
(4) 砂石垫层	m ³				2				2
(5) 预制砼盖板	m ³				1				1
二、植物措施									
1.乔木									
(1) 侧柏(胸径 6cm)	株	7772							7772
(2) 垂柳(胸径 6cm)	株	7772							7772
(3) 丁香(胸径 6cm)					385				385
(4) 樱花(胸径 6cm)					385				385
小计	株	15544			770				16314
2.灌木									
(1) 紫薇(灌丛高 60~80cm,冠幅 40~60cm)	株	10196							10196
(2) 黄荆(灌丛高 60~80cm,	株	19265							19265

防治措施	单位	工程量							
		路基工程	桥梁工程	交叉工程	养护工区	取土场	施工场地区	施工便道	合计
冠幅 40~60cm)									
(3) 小叶黄杨(灌丛高 60~80cm, 冠幅 40~60cm)	株	203919							203919
(4) 大叶黄杨(灌丛高 60~80cm, 冠幅 40~60cm)	株				51000				51000
小计	株	244215			51000				295215
3.草籽									
(1) 撒播狗牙根+紫羊茅 (I级)	hm ²	32.99	0.4	0.27	0.55		0.15	5.97	40.33
(2) 穴播狗牙根 (I级)	hm ²		0.3		0.04				0.34
4.喷播植草									
(1) 喷播狗牙根 (I级)	hm ²	3.27							3.27
(2) 土方回填	m ³	1638.6							1638.6
(3) B16 锚杆	m	46777							46777
(4) 菱形镀锌网	m ²	32770							32770
三、临时措施									
1.编织袋装土拦挡	m ³	889	156	552	240	116	65	214	2232
2.防尘网覆盖	万 m ²	5.28	0.09	0.09	0.06	0.34	0.21	0.4	6.47
3.临时排水沟									
(1) 长度	m	1566					750	18000	20316
(2) 土方开挖	m ³	93					281	6750	7124
(3) 铺设塑料薄膜	m ²	1096							
4.临时沉沙池									
(1) 数量	个						1	1	2
(2) 土方开挖	m ³						4.5	4.5	9
5.围堰拆除									
(1) 长度	m		485						485
(2) 围堰拆除量	万 m ³		1.55						1.55
6.临时泥浆池									
(1) 数量	个		5						5
(2) 土方开挖	m ³		375						375
(3) 铺设塑料薄膜	m ²		475						475

1.2.4 水土保持监测成果报送

接受委托后, 2021 年 1 月进驻工程现场, 成立了监测工作组, 经过现场调查后完成制定了本工程监测实施计划; 因监测组进入现场时工程建设已基本完工, 所以监测组主要通过调查监测完成监测工作。

按照水土保持监测相关规范和文件要求, 根据本项目实际情况, 本着实事求是的态度, 着重对开发建设项目水土流失的六项防治指标进行了全面的分析与评价, 2021 年 1 月~5 月为监测实施阶段, 期间按照监测频次要求进行了 3 次实地监测, 完成监测季报 2 次。于 2021 年 5 月完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测总结报告》。

以上成果资料均向山东省水利厅备案。

1.2.5 主体工程设计及施工过程中变更报备情况

2015 年 10 月，山东省交通规划设计研究院编制完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程可行性研究报告》；山东省发改委下发《关于 S102 济青线章丘绕城段改建工程可行性研究报告的批复》（鲁发改交通〔2016〕1111 号）文件，工程建设获得核准。

2017 年 3 月，济南金衢公路勘察设计研究有限公司编制完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程初步设计报告》；山东省交通运输厅、山东省发展和改革委员会于 2017 年 4 月 26 日联合以鲁交建管〔2017〕44 号予以批复。

2018 年 6 月，济南金衢公路勘察设计研究有限公司编制完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程施工图设计报告》；山东省交通运输厅于 2017 年 8 月 7 日以鲁路基〔2017〕32 号予以批复。

根据交工报告和设计符合文件，本工程实施中，严格按照批复的建设规模 and 标准组织，严格控制设计变更行为。对发生的一般变更，严格执行设计变更管理规定，根据审批权限，及时履行设计变更审批程序。本工程未发生重大及重要变更项目。

1.2.6 水土保持监督检查意见落实情况

2020 年 4 月，山东省水利厅对本工水土保持工作落实情况进行了检查，要求建设单位填写《生产建设项目水土保持情况督查表》并及时落实水土保持监测、验收等工作。建设单位高度重视山东省水利厅的整改要求，于 2020 年 5 月填写了《督查表》，并于 2021 年 1 月委托技术服务单位开展技术工作，承诺按期完成水土保持监测和验收等相关工作，并及时向水行政主管部门报备水土保持档案资料。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 任务委托

2021 年 1 月，接受委托后，我公司立即开展本项目水土保持监测工作。

1.3.2 进场及实施方案编制

2021 年 1 月，监测人员进驻工程现场开展第一次现场勘查，搜集项目资料，

了解项目进展，1月底制订了本工程监测实施计划，收集水土保持方案、初步设计等相关资料，初步分析、了解建设区水土流失原状情况。

1.3.3 监测工作组

为便于开展 S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测工作，2021 年 1 月底专门成立了“S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测工作组”，全面负责该工程项目的建设监测工作。

组织机构如图 1-1 所示。

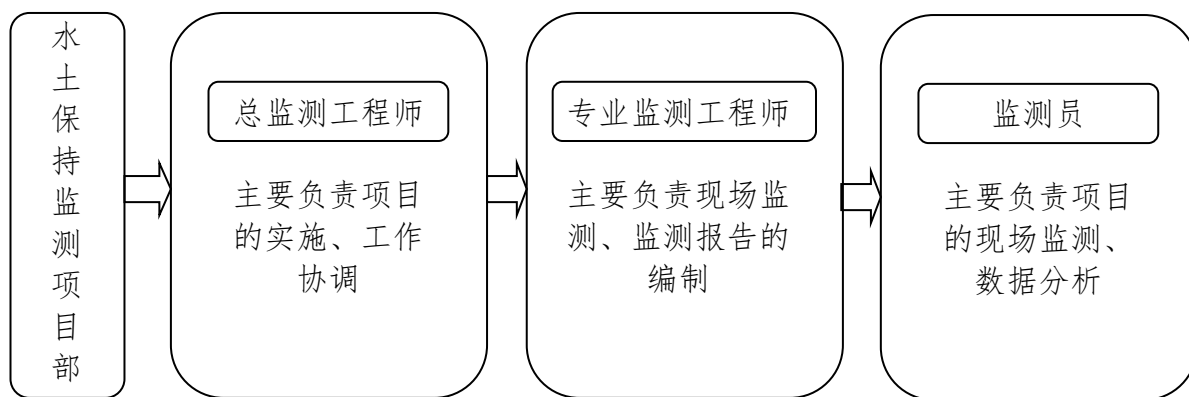


图 1-1 监测组织机构图

1.3.4 监测人员

根据本工程项目的自身特点，采用由总监测工程师总负责，各专业监测工程师负责相应专业监测工作以及现场监测员负责现场具体监测工作的模式。

参加本工程监测工作的监测人员见表 1-13。

表 1-13 参加本工程监测工作的监测人员汇总表

姓 名	性别	学历	专业	职称	承担工作
王 琰	女	本科	农业资源与环境		项目批准
魏希宝	男	本科	水利水电工程	高工	总监测工程师、项目负责人、核定
丁吉龙	男	专科	水文学	高工	监测工程师、技术负责人、审查
方 茜	女	研究生	农业水土工程	高工	监测工程师、校核
谢 翔	男	研究生	环境工程	高工	监测员、现场监测、报告编写
于 苗	女	研究生	水文水资源	工程师	监测员、现场监测、报告编写
王 东	男	研究生	农业水利工程	工程师	监测员、现场监测

1.3.5 监测点布设

鉴于本项目为线性工程且工程建设时间长，时、空间分布范围大，受托时，

主体工程已基本完工，在布设监测点时综合考虑本项目的时、空分布特点进行布设，以调查监测为主。本项目根据实际情况沿主体工程线路（路基、桥梁、隧道、交叉）和临时设施共布设 11 处巡查监测点，而巡测点视情况变动；因没有设置取土场，土方全部为综合利用，综合利用土方也已完成，但通过实地观测定位了综合利用土场的场址，通过查阅资料获取各综合利用场地的面积、深度及土方量；施工便道、施工生产生活区均已使用完毕，也是通过现场调查和查阅资料获得监测数据，监测时间为 2021 年 1 月~5 月。

水土保持监测点及监测内容等情况见表 1-14，监测照片见附图 4。

1.3.6 监测设施设备

本项目水土保持监测设施设备主要包括：手持式 GPS 全球定位仪、手提风速仪、小型自动气象观测站、无人机、激光测距仪、数码摄像机、数码相机、电脑、打印机、扫描仪、皮尺、钢尺、水准仪等，这些设备保证了项目水土保持监测数据的采集、处理等工作的顺利进行。此外，监测过程中消耗性材料主要包括：量筒、测绳、记录笔和记录纸等。

监测设备见表 1-15，监测设备照片见附图 5。

表 1-14 水土保持监测点及监测内容等情况一览表

监测分区	监测点编号	监测位置	经纬度	监测类型	监测方法	监测内容		监测时段	监测频率
						总体监测	点位监测		
路基工程区	1#监测点	线路起点左侧	北纬 36°43'58.05", 东经 117°25'18.91"	调查、巡查监测	调查监测 (现场调查法、标准地调查、无人机调查、其它调查等)、 巡查监测、遥感监测、 资料分析	主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施四大项,具体包括土壤侵蚀模数背景值、地形地貌、植被类型、扰动地表面积、土石方开挖回填现状、临时堆土量、组成物质及其结构、水土保持数量和质量、植被数量及覆盖度、植被恢复率、水土保持效益和效果等	与龙泉大道交叉处绿化、路面、雨水管道等	2021 年 1 月~5 月	2020 年 1 月 21 日、 2020 年 3 月 15 日、 2020 年 4 月 26 日
	2#监测点	K5+200 右侧	北纬 36°46'26.96", 东经 117°26'0.91"	调查、巡查监测			预制块排水边沟、植草护坡、边沟外侧绿化等		
	3#监测点	K9+800 左侧	北纬 36°46'47.93", 东经 117°28'37.10"	调查、巡查监测			盖板排水边沟、骨架护坡、喷薄植草、截水沟等		
	4#监测点	工程终点右侧	北纬 36°43'2.70", 东经 117°34'0.64"	调查、巡查监测			中央分隔带绿化、雨水管道、道路一侧绿化等		
桥涵工程区	5#监测点	绣江河大桥	北纬 36°46'43.21", 东经 117°30'17.96"	调查、巡查监测			桥面、桥面排水、桥头防护等		
	6#监测点	牛堆官中桥	北纬 36°45'54.36", 东经 117°34'35.88"	调查、巡查监测			桥面、桥面排水、桥头防护等		
交叉工程区	7#监测点	与 S241 平交处	北纬 36°46'47.03", 东经 117°29'8.40"	调查、巡查监测			交叉处绿化、排水工程等		
	8#监测点	与 S243 平交处	北纬 36°46'49.13", 东经 117°31'48.77"	调查、巡查监测			交叉处绿化、排水边沟、护坡等		
养护工区	9#监测点	养护工区	北纬 36°45'23.67", 东经 117°34'29.84"	调查、巡查监测			排水管道、绿化工程、铺植草砖等		
施工便道区	10#监测点	K7+370 左侧	北纬 36°46'43.16", 东经 117°30'33.60"	调查、巡查监测			便道现状、植被恢复情况		
	11#监测点	K19+520 左侧	北纬 36°46'12.50", 东经 117°34'39.16"	调查、巡查监测			便道复植情况及植被覆盖情况		

表 1-15 监测设施设备一览表

项目	工程或材料设备	数量
一、调查监测	调查、巡查监测点	15 个
二、监测主要消耗性材料	记录本	10 个
	水、电、纸张等其它消耗性材料	若干
三、监测主要设备和仪器	自计雨量计	1 套
	手持式 GPS 全球定位仪	1 台
	手提风速仪	1 台
	50m 皮尺	2 个
	2m 钢卷尺	2 个
	土壤水分测定仪	1 台
	小型自动气象观测站	1 台
	无人机	1 台
	卫片	4 组
	激光测距仪	1 台
	数码摄像机	1 台
	数码相机	1 台
	水准仪	1 台
	皮尺	3 卷
	钢尺	3 卷

1.3.7 监测阶段成果

2021 年 1 月，监测工作组制订了本工程监测实施方案。

本项目监测时间为 2021 年 1 月~5 月，因委托监测时主要工程已基本完工，本项目监测为后补监测，监测方法以调查监测为主。监测过程中主要对扰动地表面积、水土保持措施防治效果、综合利用土场以及临时设施的恢复情况进行全面调查，通过类比方法获得土壤侵蚀模数对施工过程中水土流失量进行分析，最终于 2021 年 5 月完成了《S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持监测总结报告》。

1.3.8 水土保持监测意见及落实情况

2021 年 1 月，通过监测，提出监测意见：部分路段排水沟堵塞，应及时疏通引导；对没有成活的植被区进行补植，减少裸露地表遭遇降雨侵蚀等意见。建设单位根据意见层层落实，及时通知施工单位清理了排水边沟；督促施工单位尽快完善绿化措施。

2021 年 4 月，监测工作进入尾声，提出监测意见：部分边坡植被覆盖度不

达标，应尽快做好补植措施，重新核查植被裸露区。建设单位及时落实了监测意见，督促施工单位加快植物补植工作。

1.3.9 重大水土流失危害时间处理

建设过程中无重大水土流失事件发生。

2 监测内容和方法

2.1 监测内容

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的要求，结合本项目水土流失的特点，水土保持监测的主要内容包括：水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等方面。监测内容具体如下：

水土流失影响因素内容主要包括：

1.水土流失影响因素

- ①气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。
- ②项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况。
- ③项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况。
- ④项目土石方挖填量、弃土去向及其扰动占地情况。

2.水土流失状况监测

- ①水土流失的类型、形式、面积、分布和强度。
- ②各监测分区及重点对象的土壤流失量。

3.水土流失危害监测

- ①水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度。
- ②水土流失危害事件发生的时间、地点、范围、原因、危害程度、责任人。

4.水土保持措施监测

- ①植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率。
- ②工程措施的类型、数量、分布和完好程度。
- ③临时措施的类型、数量和分布。
- ④主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况。
- ⑤水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用。
- ⑥水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

2.2 监测方法

监测方法依据《水土保持监测技术规程（试行）》（SL277-2015）和《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）执行，结合本工程已基本完工的实际情况，主要采用调查监测+巡查监测方法。具体监测方法如下：

1.调查监测

(1) 现场调查法

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 1:1000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施（排水、土地整治等）实施情况。

(2) 标准地调查法

对项目区的水土保持植物措施设立固定标准地，植被调查的主要内容为：树高、胸径、冠幅、生物量、盖度、郁闭度、成活率、保存率及植物种类等。选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求灌木林 3m×3m、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覆盖度。

(3) 其他调查

通过收集项目区内或临近区域已有气象站的气象观测资料，来获取项目区降雨、风速等数据。通过查阅工程施工、监理等资料的基础上，结合调查询问和实地调查，确定水土保持措施的类型、数量和进度。对重大水土流失事件也以调查监测为主，主要记录危害事件发生的时间、地点、范围、原因、危害程度、责任人，并在水土流失危害事件发生后 1 周内应完成监测工作。

2. 巡查监测

项目水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用以巡查监测为主。主要对生产建设的各个环节进行巡视，从而全面把握进程，及时发现问题的一种最佳方法，巡视者对施工方法和施工时序十分清楚。

①主体工程 and 各项水土保持措施的实施进展情况。

②水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用。

③水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

2.3 监测频次

2021 年 1 月 21 日、2021 年 3 月 15 日、2021 年 4 月 26 日分三次对工程现场进行监测。

各监测点监测项目、监测内容及方法、监测频次详见 2-1。

表 2-1 水土保持监测点及监测内容等情况一览表

监测分区	监测点编号	监测位置	经纬度	监测类型	监测方法	监测内容		监测时段	监测频率
						总体监测	点位监测		
路基工程区	1#监测点	线路起点左侧	北纬 36°43'58.05", 东经 117°25'18.91"	调查、巡查监测	调查监测 (现场调查法、标准地调查、无人机调查、其它调查等)、 巡查监测、遥感监测、 资料分析	主要包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施四大项,具体包括土壤侵蚀模数背景值、地形地貌、植被类型、扰动地表面积、土石方开挖回填现状、临时堆土量、组成物质及其结构、水土保持数量和质量、植被数量及覆盖度、植被恢复率、水土保持效益和效果等	与龙泉大道交叉处绿化、路面、雨水管道等	2021 年 1 月~5 月	2020 年 1 月 21 日、 2020 年 3 月 15 日、 2020 年 4 月 26 日
	2#监测点	K5+200 右侧	北纬 36°46'26.96", 东经 117°26'0.91"	调查、巡查监测			预制块排水边沟、植草护坡、边沟外侧绿化等		
	3#监测点	K9+800 左侧	北纬 36°46'47.93", 东经 117°28'37.10"	调查、巡查监测			盖板排水边沟、骨架护坡、喷薄植草、截水沟等		
	4#监测点	工程终点右侧	北纬 36°43'2.70", 东经 117°34'0.64"	调查、巡查监测			中央分隔带绿化、雨水管道、道路一侧绿化等		
桥涵工程区	5#监测点	绣江河大桥	北纬 36°46'43.21", 东经 117°30'17.96"	调查、巡查监测			桥面、桥面排水、桥头防护等		
	6#监测点	牛堆官中桥	北纬 36°45'54.36", 东经 117°34'35.88"	调查、巡查监测			桥面、桥面排水、桥头防护等		
交叉工程区	7#监测点	与 S241 平交处	北纬 36°46'47.03", 东经 117°29'8.40"	调查、巡查监测			交叉处绿化、排水工程等		
	8#监测点	与 S243 平交处	北纬 36°46'49.13", 东经 117°31'48.77"	调查、巡查监测			交叉处绿化、排水边沟、护坡等		
养护工区	9#监测点	养护工区	北纬 36°45'23.67", 东经 117°34'29.84"	调查、巡查监测			排水管道、绿化工程、铺植草砖等		
施工便道区	10#监测点	K7+370 左侧	北纬 36°46'43.16", 东经 117°30'33.60"	调查、巡查监测			便道现状、植被恢复情况		
	11#监测点	K19+520 左侧	北纬 36°46'12.50", 东经 117°34'39.16"	调查、巡查监测			便道复植情况及植被覆盖情况		

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

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，S102 济青线章丘绕城段改建工程水土流失防治责任范围共计 149.28hm²，其中项目建设区 118.85hm²，直接影响区面积 30.43hm²。

水土保持方案设计水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 方案设计水土流失防治责任范围表

防治责任分区	项目建设区			直接影响区	合计
	永久占地	临时占地	合计		
路基工程区	91.76		91.76	15.04	106.80
桥涵工程区	2.05		2.05	3.06	5.11
交叉工程区	3.43		3.43	0.37	3.80
养护工区	1.80		1.80	0.27	2.07
取土场区		7.69	7.69	0.55	8.24
施工便道区		10.92	10.92	10.92	21.84
施工场地区		1.20	1.20	0.22	1.42
合 计	99.04	19.81	118.85	30.43	149.28

2.实际防治责任范围

根据用地批复，结合实际监测，截止 2019 年 7 月，工程各项建设活动基本停止，累计扰动范围面积达最大。经实地监测，工程建设对占地进行了很好的控制，没有对周边环境造成影响，因此直接影响区面积为 0。工程防治责任范围面积 113.29hm²，其中永久占地 103.87hm²，临时占地 9.42hm²。

防治责任范围监测结果详见表 3-2。

表 3-2 工程水土保持防治责任范围监测结果表

防治责任分区	项目建设区			直接影响区	合计
	永久占地	临时占地	合计		
路基工程区	91.88		91.88		91.88
桥涵工程区	2.07		2.07		2.07
交叉工程区	8.12		8.12		8.12
养护工区	1.80		1.80		1.80
取土场区					
施工便道区		9.42	9.42		9.42
施工场地区					
合 计	103.87	9.42	113.29	0.00	113.29

3.对比分析

根据用地批复并结合实地调查，建设期项目占地面积与水土保持方案报告书设计相比，产生了一定的差异。本工程水土保持方案防治责任范围与实际监测防治责任范围对比详见表 3-3。

表 3-3 水土保持防治责任范围对比表

项 目	项目建设区变化			防治责任范围变化		
	方案	实际	比较	方案	实际	比较
路基工程区	91.76	91.88	0.12	106.80	91.88	-14.92
桥涵工程区	2.05	2.07	0.02	5.11	2.07	-3.04
交叉工程区	3.43	8.12	4.69	3.80	8.12	4.32
养护工区	1.80	1.80		2.07	1.80	-0.27
取土场区	7.69		-7.69	8.24	0.00	-8.24
施工便道区	10.92	9.42	-1.50	21.84	9.42	-12.42
施工场地区	1.20		-1.20	1.42		-1.42
合 计	118.85	113.29	-5.56	149.28	113.29	-35.99

由表 3-3 可以看出，本项目批复的防治责任范围为 149.28hm²，其中项目建设区 118.85hm²，直接影响区 30.43hm²；而实际防治责任范围为 113.29hm²，全部为项目实际扰动范围，即只包含项目建设区，比方案批复面积减少了 5.56hm²，各防治责任范围面积发生变化的具体原因如下：

水保方案编制时，本项目处于可研阶段，方案以工程可行性研究报告为依据统计各防治分区占地面积，其中路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区和养护工区为主体工程区，其它分区是为主体工程服务而临时设置的设施。方案计列的主体工程线路总长 25.485km，总占地面积 118.85hm²，其中主体工程区占地 99.04hm²，包括路基工程 91.76hm²，桥涵工程 2.05hm²，交叉工程 3.43hm²以及养护工区 1 处 /1.80hm²。附属设施占地 19.81hm²，包括施工便道 18.20km/10.92hm²，施工生产生活区 6 处/1.20hm²，取（弃）土场 1 处/7.69hm²。本项目主体工程实际总长度 25.485km，实际用地面积为 113.29hm²，其中主体工程区 103.87hm²，包括路基工程 91.88hm²，桥涵工程 2.07hm²，交叉工程 8.12hm²，养护工区 1 处 /1.80hm²。附属设施占地 9.42hm²，全部为新建施工便道区 20.927km/9.42hm²，没有新建施工生产生活区和取土场区。

与水保方案比较，主体工程建设区面积增加了 4.83hm²，路基、桥涵和交叉工程三个分区面积分别增加了 0.12hm²、0.02hm²和 4.69hm²。其中路基区在

K9+000~K11+000 开挖后的边坡采取了消坡、增加了一级台阶，使两侧的占地面积增加从而增大了占地面积。桥涵区是因为桥梁长度和涵洞数量均比方案设计增加导致占地增大。而交叉工程区面积增加较多，一是交叉路段的数量增多，二是与部分等级路交叉时，增加了渠化、绿化面积，使面积增大。本工程利用蓝海领航项目基坑开挖剩余的土方作为路基填方，通过综合利用土方解决取土问题，没有启用取土地导致面积减少。方案设计新建施工便道长 18.20km，宽 6.0m，而实际施工中新建施工便道长 20.927km，宽度为 4.5m，长度增加但便道宽度减少，实际便道面积减少 1.50hm²。本工程有 2 个监理标段和 4 个施工标段，监理、施工单位项目部或租赁、或使用自有房屋，没有新建。施工 1 和施工 2 标段的生产区全部为自有，也没有新建，因此实际施工中施工场地区面积减少。

另外，工程施工活动尤其是永久占地部分均控制在征占地范围内，工程建设活动没有对征占地范围以外区域造成水土流失危害，没有发生直接影响区，使水土流失防治责任范围进一步减小。

综合占地情况变化，本项目实际建设用地为 113.29hm²，比方案设计的 118.85hm² 减少了 5.56hm²。

3.1.2 建设期扰动土地面积

主体工程于 2018 年 2 月开工，2019 年 7 月主体工程完工，主体工程工期为 18 个月。2019 年 8 月至 2021 年 7 月为本工程施工责任缺陷期，责任缺陷期为 24 个月，缺陷期内完成部分绿化措施。水土保持工程工期为 2018 年 2 月至 2021 年 4 月，水土保持工程工期为 39 个月。

通过资料分析和遥感监测，本工程 2019 年 7 月扰动土地面积情况见表 3-4。

表 3-4 截止 2019 年 7 月扰动土地面积统计表

项 目	扰动面积 (hm ²)		合计
	永久占地	临时占地	
路基工程区	91.88		91.88
桥涵工程区	2.07		2.07
交叉工程区	8.12		8.12
养护工区	1.80		1.80
施工便道区		9.42	9.42
合计	103.87	9.42	113.29

3.2 土石方流向情况监测结果

1.表土剥离及平衡

本工程共剥离表土 92.28hm²，剥离深度 0.2m，共计剥离表土 18.46 万 m³。各防治分区剥离表土数量、回填数量、施工期堆放位置以及后续利用方式见表 3-5。

表 3-5 实际表土剥离量及平衡情况一览表

防治分区	剥离面积 (hm ²)	表土剥离 深度 (m)	剥离数量 (万 m ³)	临时堆土 高度 (m)	临时占地 (hm ²)	回填数量 (万 m ³)	堆放位置
路基工程区	75.35	0.2	15.07	3	5.02	14.44	道路两侧 绿化区
桥涵工程区	1.35	0.2	0.27	3	0.09		
交叉工程区	4.38	0.2	0.88	3	0.29	0.97	交叉工程 内部
养护工区	1.80	0.2	0.36	3	0.12	0.22	养护工区 绿化区
施工场地区							
施工便道区	9.42	0.2	1.88	3	0.63	2.83	便道一侧
小计	92.28		18.46		6.15	18.46	

2.主线路路基土石方挖填情况

根据施工及工程支付清单，本工程全线土石方总量 81.94 万 m³，其中挖方 81.94 万 m³，包括土方开挖 36.56 万 m³，石方开挖 43.61 万 m³，原有路面拆除 1.77 万 m³，填方 61.34 万 m³，包括利用土方 36.56 万 m³，利用老路铣刨料 1.77 万 m³。借土方 23.00 万 m³，弃石方 43.61 万 m³。

本工程每公里土石方调配见表 3-6。

3.拆除工程

除拆除老路路面结构外，全线拆除砖房 21344m²，楼房 2278m²、简易房 54m²、简易棚 1839m²、厕所 21m²，围墙 931m，厂房 10897m²、大棚 13000m²、牲畜房 1594m²、变压室 22m²、水池 2760m²、广告牌 2 个、机井 21 口、坟墓 234 座、标志牌 28 个、路灯 83 个、石碑 1 个、信号灯 6 个、线杆 224 根、电线 41333m、光缆 265m、水管 6236m。拆除工程共产生建筑垃圾 1.90 万 m³，拆迁产生建筑垃圾由地方政府负责清运，建筑垃圾已运至横沟建筑渣土场（见附件沿线拆迁建筑垃圾处置证明）。

4.工程土石方挖填情况汇总

本工程土石方挖、填总量为 185.30 万 m^3 ，其中挖方 103.90 万 m^3 （包括表土剥离 18.46 万 m^3 、工程建设挖方 83.54 万 m^3 、拆迁工程 1.90 万 m^3 ），填方 81.40 万 m^3 （包括回填表土 18.46 万 m^3 、工程建设回填 62.94 万 m^3 ），借方 23.00 万 m^3 。借方来自于“蓝海领航智慧小镇项目”，属于综合利用土方（外购土），没有启用取土场。弃方 45.51 万 m^3 。弃方包括两部分，一部分是工程建设开挖后剩余的石方 43.61 万 m^3 ，一部分是工程拆迁产生的建筑垃圾 1.90 万 m^3 ，其中石方外销给山东省大通公路工程有限责任公司做水稳碎石原材料进行综合利用，建筑垃圾运往横沟建筑渣土场，本工程不设置专用渣土场。

本工程土石方平衡见表 3-7。

表 3-6 主体工程每公里土石方数量表

起讫桩号	标段	长度（m）	挖方（m³）							填方（m³）				利用方（m³）				借方（m³）		废方（m³）				
			总体积	土方			石方			老路铣刨料	总数量	土方	石方	老路料利用	利用量	本桩利用		远运利用		土方	石方	土方	石方	
				松土	普通土	硬土	软石	次坚石	坚石							土方	石方	土方	石方					
K1+900.683~K2+000.584	SG-1	100	12041.4		2154.0					9887.4	8451.9	496.8		7955.1	496.8	496.8								
K2+000.584~K3+000	SG-1	999	30332.5		27797.0					2535.5	8190.1	6290.5		1899.6	6290.5	5976.6		314.0						
K3+000~K4+000	SG-1	1000	22464.5		18773.0					3691.5	8668.2	6351.5		2316.7	6351.5	5835.1		516.4						
K4+000~K5+000	SG-1	1000	7722.3		6159.0					1563.3	24258.4	23049.5		1208.9	23049.5	5630.4		17419.1						
K5+000~K6+000	SG-1	1000	4102.0		4102.0						21864.4	20209.0		1655.4	20209.0	4066.4		16142.6						
K6+000~K7+000	SG-1	1000	2953.0		2953.0						41829.6	40727.3		1102.3	40727.3	2926.8		37800.5						
K7+000~K8+000	SG-1	1000	5027.0		4956.0					71.0	38992.5	37381.9		1610.6	37381.9	4914.0		32468.0						
K8+000~K9+000	SG-1	1000	3213.0		3213.0						37904.0	37904.0			37904.0	3185.5		34718.5						
K9+000~K10+000	SG-1	1000	489068.0		140771.0		348297.0				15713.6	15713.6			15713.6	6377.9		9335.7				348297.0		
K10+000~K11+000	SG-1	1000	154348.0		66571.0		87777.0				19450.0	19450.0			19450.0	2440.3		17009.7				87777.0		
K11+000~K12+000	SG-1	1000	3799.0		3799.0						43692.0	43692.0			43692.0	3766.3		39925.7						
K12+000~K13+000	SG-1	1000	2797.0		2797.0						50358.6	50358.6			32779.2	2773.8		30005.4		17579.4				
K13+000~K14+000	SG-2	1000	5752.0		5752.0						34298.0	34298.0			25274.4	5696.4		19578.0		9023.6				
K14+000~K15+077.670	SG-2	1078	7553.0		7553.0						37221.8	37221.8			5701.2	5701.2				31520.6				
K15+077.670~K16+000	SG-2	922	5119.0		5119.0						14680.8	14680.8			4064.4	4064.4				10616.4				
K16+000~K17+000	SG-2	1000	7175.0		7175.0						16660.9	16660.9			4534.8	4534.8				12126.1				
K17+000~K18+000	SG-2	1000	4184.0		4184.0						17947.7	17947.7			4214.4	4214.4				13733.3				
K18+000~K19+000	SG-2	1000	5140.0		5140.0						17192.4	17192.4			5128.8	5128.8				12063.6				
K19+000~K20+000	SG-2	1000	6129.0		6129.0						47421.0	47421.0			6262.8	6262.8				41158.2				

起讫桩号	标段	长度（m）	挖方（m³）							填方（m³）				利用方（m³）				借方（m³）		废方（m³）			
			总体积	土方			石方			老路铣刨料	总数量	土方	石方	老路料利用	利用量	本桩利用		远运利用		土方	石方	土方	石方
				松土	普通土	硬土	软石	次坚石	坚石							土方	石方	土方	石方				
K20+000~K21+000	SG-2	1000	7198.0		7198.0						16822.1	16822.1			3876.0	3876.0				12946.1			
K21+000~K22+000	SG-2	1000	7939.0		7939.0						12996.5	12996.5			3406.8	3406.8				9589.7			
K22+000~K23+000	SG-2	1000	5883.0		5883.0						25351.0	25351.0			5694.0	5694.0				19657.0			
K23+000~K24+000	SG-2	1000	8593.0		8593.0						15866.2	15866.2			6883.2	6322.8		560.4		8983.0			
K24+000~K25+000	SG-2	1000	4147.0		4147.0						33227.1	33227.1			3916.8	3916.8				29310.3			
K25+000~K25+485.017	SG-2	485	6740.0		6740.0						4312.1	4312.1			2594.4	2480.4		114.0		1717.7			
合计			819419.6	0.0	365597.0	0.0	436074.0	0.0	0.0	17748.6	613370.6	595622.0	0.0	17748.6	365597.0	109689.3	0.0	255907.7	0.0	230025.0		436074.0	0.0

表 3-7 本工程土石方平衡表

防治分区		挖方量	填方量	调入 (万 m ³)		调出(万 m ³)		借方(万 m ³)		弃方(万 m ³)	
		(万 m ³)	(万 m ³)	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
路基工程区	表土利用	15.07	14.44			0.63	交叉区、便道区				
	工程建设	78.57	56.41			1.55		23.00		43.61	加工成石子外销
	拆迁工程	1.63								1.63	综合利用
	小计	95.27	70.85			2.18		23.00		45.24	0.00
桥涵工程区	表土利用	0.27				0.27	交叉区				
	工程建设	0.31	0.73	0.41							
	小计	0.58	0.73	0.41		0.27					
交叉工程区	表土利用	0.88	0.97	0.10	路基区、桥涵区						
	工程建设	1.62	2.76	1.14							
	拆迁工程	0.27								0.27	综合利用
	小计	2.77	3.73	1.24						0.27	
养护工区	表土利用	0.36	0.22			0.14	便道区				
	工程建设	1.44	1.44								
	小计	1.80	1.66			0.14					
施工场地区	表土利用										
	工程建设										
	小计										
施工便道区	表土利用	1.88	2.83	0.94	路基区、养护区						
	工程建设	1.60	1.60								
	小计	3.48	4.43	0.94							
合 计	表土利用	18.46	18.46	1.04		1.04					
	工程建设	83.54	62.94	1.55		1.55		23.00		43.61	
	拆迁工程	1.90								1.90	
	小计	103.90	81.40	2.59		2.59		23.00		45.51	

3.3 取土场变化情况

水保方案编制时，主体工程处于可行性研究阶段，主体设计中虽有取土场设计说明，但未涉及取土场的具体个数、位置和占地面积。水保方案结合项目区借方情况及线路沿线地形地貌实际，在征求建设单位及主体工程设计单位的意见的基础上，从水土保持角度拟定了取土场的位置、面积，并设计了相应的水土流失防治措施。

方案设计取土场情况：全线设 1 处取土场，取土深度约 4m，取土总方量 28.58 万 m^3 ，满足工程外借土方的要求。取土场附近桩号为 K8+100，取土场现状为耕地和其他土地，临时占地 7.69 hm^2 ，其中临时占用耕地 5.45 hm^2 ，临时占用其他土地 2.24 hm^2 。

工程实际：本工程实际挖方总量为 103.90 万 m^3 ，填方 81.39 万 m^3 ，综合利用其它工程土方 23.00 万 m^3 ，弃方 45.51 万 m^3 。通过竖向设计优化，实际挖方比方案设计略有增加，填方减少，使借方减少。

因取土场征地问题没有启用，经多方协调，本工程借方全部来自于“蓝海领航智慧小镇项目”基坑开挖后的土方，为综合利用土方，该场地使用性质不同于取土场，目前该场地已按住宅小区设计建成使用，不需要治理和恢复，因此不计入占地面积。与方案相比，取土场面积减少 7.69 hm^2 。

3.4 弃方处置变化情况

方案估算土石方工程量及弃方处置方案：水土保持方案估算本工程土石方开挖总量 103.85 万 m^3 ，其中剥离表土 21.32 万 m^3 ，拆除建筑垃圾 2.05 万 m^3 ，基础开挖土方 23.84 万 m^3 ，基础开挖石方 56.64 万 m^3 ；土石方回填 87.81 万 m^3 ；外借土方 26.53 万 m^3 ，来源于取土场；弃石 42.57 万 m^3 ，对外销售至当地石子加工厂加工成石子综合利用。

实际情况：本工程开挖的石方全部运至山东大通公路工程有限责任公司当地的拌合站，用于水稳碎石的加工，全部综合利用。建筑垃圾全部运至横沟渣土倾倒场，已得到妥善处置。

综上，本工程没有设置取土场，也不设置专用弃渣场，与水保方案相比，减少了取土场和弃土场的使用，但更符合水土保持要求。

3.5 其他重点部位监测结果

因施工需要，在沿线设置施工便道，施工便道总长 25485m（其中利用老路长 4558m、新建便道长 20927m），占地面积 9.42 hm^2 。

本工程监理、施工单位项目部等生活区全部为租赁或自有，没有新建；沥青、水稳拌合站等生产区全部为自有，也没有新建，租赁和自有场地不计入本工程临时占地。

4 水土流失防治措施监测结果

水土流失防治及其效果监测主要监测水土流失防治措施实施进度、效果和管理情况等。具体内容主要包括：水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量动态；林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、乔灌木冠幅）、成活率、保存率及植被覆盖率；工程防护措施的稳定性、完好程度和运行管理情况；各种已实施的水土保持措施的防治拦效益（保土效果）监测，包括控制水土流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 方案设计工程量

本项目各防治分区水土保持方案设计水土保持工程措施主要工程量如下：

1.路基工程区：剥离表层土 17.70 万 m^3 ，土地整治 41.36 hm^2 ，排水边沟长 25484m，排水顺接工程 12 处，中央分隔带 M7.5 浆砌石竖井 425 m^3 、C25 混凝土管 1208 m^3 ，拱形骨架植草护坡 180m。

2.桥涵工程区：剥离表层土 0.39 万 m^3 ，土地整治 0.40 hm^2 ，六棱空心砖植草防护 6667 m^2 。

3.交叉工程区：剥离表层土 0.69 万 m^3 ，土地整治 0.27 hm^2 。

4.养护工区：剥离表层土 0.36 万 m^3 ，土地整治 0.94 hm^2 ，雨水排水沟 300m，蓄水池 1 处，排水顺接工程 1 处，停车场植草砖 400 m^2 。

5.施工便道区：剥离表层土 0.89 万 m^3 ，土地整治 10.41 hm^2 。

6.施工场地区：剥离表层土 0.21 万 m^3 ，土地整治 1.20 hm^2 。

7.取土场区：工程措施包括剥离表层土 1.09 万 m^3 ，土地整治 7.69 hm^2 ，排水沟 1206m。

4.1.2 实际完成工程量

经实际调查、查阅施工资料，本工程已实施的工程措施如下：

1.路基工程区

①剥离表土 15.07 万 m^3 、回填表土 14.44 万 m^3 ；

②土地整治 31.08 hm^2 ；

③排水工程 24894m，共开挖土方 5.05 万 m^3 、回填土方 0.24 万 m^3 、使用 C30 砼 2417 m^3 、使用 C30 混凝土预制块 16588 m^3 、铺设砂砾垫层 16771 m^3 、使用防渗土工布 167623 m^2 、敷设 DN300 雨水管 254m、DN1000 雨水管 2687m、DN1200 雨水管 916m；

④修建中央分隔带排水 24096m，共开挖土方 3523 m^3 、回填土方 865 m^3 、设置纵向

Φ15 玻璃钢夹砂管 18332m、设置横向Φ15 玻璃钢夹砂管 5690m、设置横向Φ30 玻璃钢夹砂管 2221m、使用 C30 混凝土包封 5640m³、使用 M7.5 水泥砂浆 23m³、使用防渗土工膜 54630m²;

⑤修建路基边坡浆砌石骨架 1020m, 其中挖方 3251m³、使用 C30 混凝土预制块 529m³、C30 混凝土基础 3762m³、C30 现浇混凝土 2411m³、碎石垫层 258m³;

⑥设置排水顺接工程 8 处, 其中土方开挖 8766m³、反滤层 38m²、使用 M7.5 浆砌块石 1116m³、培土方 169m³、使用 C30 混凝土 14m³、C30 砼预制块 23m³。

2.桥涵工程区:

①剥离表土 0.27 万 m³;

②土地整治 0.01hm²;

③桥头防护 9564m², 其中使用 C30 混凝土六棱块 22m³、C30 混凝土 1072m³、C30 混凝土预制块 424m³、砂石垫层 1363m³。

3.交叉工程区:

①剥离表土 0.88 万 m³、回填表土 0.97 万 m³;

②土地整治 3.25hm²。

4.养护工区:

①表土 0.36 万 m³、回填表土 0.22 万 m³;

②土地整治 0.73hm²;

③设置排水工程 320m, 其中土方开挖 61m³、土方回填 46m³、敷设 DN300 雨水管 320m;

④设置排水顺接工程 1 处, 其中土方开挖 52m²、反滤层 2m²、使用 M7.5 浆砌片石 11m³; 铺设透水砖 2747m²;

⑤设置雨水蓄水池 1 座, 其中土方开挖 38m³、使用预制混凝土盖板 1m³、使用 C30 现浇混凝土 19m³。

5.施工便道区:

①剥离表土 1.88 万 m³、回填表土 2.83 万 m³;

②土地整治 9.42hm²。

各项水土保持工程措施实施情况见表 4-1。

表 4-1 水土保持工程措施工程量统计表

防治分区	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
一、路基工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	1507	2018.02-06/2019.04-07
	2.土地整治	hm ²	31.08	2019.05-2019.10
	3.路基排水工程	m	24894	2018.10-2019.06
	(1) 土方开挖	100m ³	504.97	
	(2) 土方回填	100m ³	23.53	
	(3) C30 砼基础+砼盖板	100m ³	24.17	
	(4) C30 混凝土预制块	100m ³	165.88	
	(5) 排水沟铺设碎石 (砂砾垫层)	100m ³	167.71	
	(6) 防渗土工布	100m ²	1676.23	
	(7) DN300 雨水管	m	254	
	(8) DN1000 雨水管	m	2687	
	(9) DN1200 雨水管	m	916	
	4.中央分隔带排水	m	24096	2018.11-2019.07
	(1) 挖土方	100m ³	35.23	
	(2) 填方	100m ³	8.65	
	(3) 纵向Φ15 玻璃钢夹砂管	m	18332	
	(4) 横向Φ15 玻璃钢夹砂管	m	5690	
	(5) 横向Φ30 钢筋混凝土管	m	2221	
	(6) C30 混凝土包封	100m ³	56.40	
	(7) M7.5 水泥砂浆	100m ³	0.23	
	(8) 防渗土工膜	100m ²	546.30	
	5.路基边坡浆砌石骨架	m	1020	2018.09-2019.06
	(1) 挖方	100m ³	32.51	
	(2) C30 混凝土预制块	100m ³	5.29	
	(3) C30 混凝土基础	100m ³	37.62	
	(4) C30 现浇混凝土	100m ³	24.11	
	(5) 碎石垫层	100m ³	2.58	
	6.排水顺接工程	个	8	2019.03-2019.06
	(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	87.66	
	(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.38	
	(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	11.16	
	(4) 培土方	100m ³	1.69	
	(5) C30 混凝土	100m ³	0.14	
	(6) C30 砼预制块	100m ³	0.23	
二、桥涵工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	26.93	2018.02-05
	2.土地整治	hm ²	0.01	2019.04-06
	3.六棱空心砖植草防护 (桥头防护)	m ²	9564	2018.11-2019.06
	(1) 六棱空心砖砂石垫层	100m ³	13.63	

防治分区	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
	(2) C30 混凝土六棱块	100m ³	0.22	
	(3) C30 混凝土	100m ³	10.72	
	(4) C30 混凝土预制块	100m ³	4.24	
三、交叉工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	87.52	2018.02-07/2019.04-07
	2.土地整治	hm ²	3.25	2019.05-2019.11
四、养护工区	1.剥离、回填表土	100m ³	35.93	2018.07-09/2019.05-06
	2.土地整治	hm ²	0.73	2019.07
	3.排水工程	m	320	2019.04-07
	(1) 土方开挖	100m ³	0.61	
	(2) 土方回填	100m ³	0.46	
	(3) DN300 雨水管	m	320	
	4.排水顺接工程	个	1	2019.06
	(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	0.52	
	(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.02	
	(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	0.11	
	5.铺设透水砖	100m ²	27.47	2019.04-07
	6.雨水蓄水池	个	1	2019.03-05
	(1) 蓄水池土方开挖	100m ³	0.38	
	(2) 蓄水池预制混凝土盖板	100m ³	0.01	
	(3) C30 现浇混凝土	100m ³	0.19	
五、施工便道区	1.剥离、回填表土	100m ³	188.34	2018.02-04/2019.05-06
	2.土地整治	hm ²	9.42	2019.07-08

4.1.3 对比分析

与方案设计相比,实际施工过程中,各区均按照方案设计采取了水土保持措施防治水土流失,但在工程措施实施形式和工程量均发生一定变化。其中:

1.路基工程区

(1) 剥离、回填表土措施

方案设计对本区采取表土剥离措施,设计剥离面积为 88.52hm²,剥离厚度 0.20m,估算表土剥离量 17.70 万 m³,施工结束后用于绿化。经调查,本区实际可剥离表土面积为 75.35hm²,实际剥离表土 15.07 万 m³,本区利用表土 14.44 万 m³,有 0.63 万 m³运至交叉工程区和施工便道区使用,剥离的表土全部利用。本区表土剥离量和回覆量均比方案估算量减少,主要因为实际可剥离面积变小导致剥离量减少。但本区做到了对可剥离的表土应剥尽剥,并采取防护措施,满足水保要求。

(2) 土地整治

水保方案设计对项目永久占地中拟采取植物措施及临时占地范围进行整地,包括全线路基两侧绿化用地、中央分隔带、土路肩等绿化用地等,按表层土清理—施有机肥—深耕方案进行,以便为后期植被恢复创造良好的地力条件,满足后期植被存活及生长需要。水保方案估算路基工程区整治总面积为 41.36hm^2 , 包括路基边坡植草绿化整地 12.04hm^2 、中央分隔带整地 5.10hm^2 、路基边坡拱形骨架护坡绿化整地 0.33hm^2 、路基征地线与排水沟之间的绿化整地 5.10hm^2 、土路肩绿化整地 3.82hm^2 、边坡平台绿化整地 0.13hm^2 、锚杆护坡内整地 3.30hm^2 以及土质排水边沟绿化整地 11.57hm^2 。实际实施的整地面积为 31.08hm^2 , 其中路基边坡植草绿化整地 12.57hm^2 、中央分隔带整地 4.93hm^2 、路基边坡拱形骨架护坡绿化整地 1.12hm^2 、路基征地线与排水沟之间的绿化整地 4.78hm^2 、土路肩绿化整地 3.59hm^2 、边坡平台绿化整地 0.18hm^2 、锚杆护坡内整地 3.76hm^2 以及土质截水边沟绿化整地 0.14hm^2 。

整地面积变化具体原因为: ①因部分路段放缓边坡,使坡长增加,因此边坡植草面积增加导致整地面积略有增大(增加了 0.53hm^2); ②水保方案没有考虑中央分隔带开口,估算中央分隔带绿化面积过大,考虑中分带开口路段无绿化带的实际情况,中央分隔带实际绿化面积为 4.93hm^2 ,整地面积也相应减少 0.17hm^2 ; ③同样因为部分路段坡长增加,路基边坡拱形骨架护坡面积增大到 1.12hm^2 ,使整地面积增加了 0.79hm^2 ; ④路基征地线和排水沟之间有 1m 的空地,方案拟对这部分用地采取绿化措施,估算面积 5.10hm^2 ,没有考虑桥梁、涵洞外侧无此用地,估算绿化面积过大,征地线与排水边沟之间实际绿化面积为 4.78hm^2 ,比方案减少 0.32hm^2 ,导致整地面积减少 0.32hm^2 ; ⑤方案设计全线 25.485km 采取土路肩绿化,设计土路肩 0.75m 宽,两侧布置,因此估算土路肩绿化 3.82hm^2 ,但桥梁、涵洞和交叉路段是没有设置土路肩的,所以方案对土路肩估算面积仍然过大,去除桥梁、涵洞以及交叉路段后,实际布设土路肩长 23.908km ,土路肩实际绿化面积为 3.59hm^2 ,比方案减少 0.23hm^2 ,导致整地面积减少 0.23hm^2 ; ⑥方案估算路堑段绿化平台面积 0.13hm^2 ,实际路堑段采取了消坡、分级措施,放缓了边坡,导致路堑段平台面积增加,实际边坡平台面积为 0.18hm^2 ,比方案增加了 0.05hm^2 ,导致整地增加了 0.05hm^2 ; ⑦方案设计对开挖路段较陡的边坡采取锚杆护坡,并在护坡上采取喷播植草措施,因实际锚杆护坡面积增加了 0.46hm^2 ,所以导致整地面积增大 0.46hm^2 ; ⑧方案设计对全线土质排水边沟采取撒播种草措施,估算排水边沟可绿化面积 11.57hm^2 ,而实际建设中,提高了排水沟规格,土质排水边沟全部采取了 C30 混凝土预制块护砌,所以无法实施绿化,但在路堑边坡上方,采取了土质截水沟,实际对土

质截水沟采取了沟内植草措施，因为截水沟只在路堑段布置，长度较短，可绿化面积仅有 0.14hm^2 ，导致整地面积减少，共减少 11.43hm^2 。

综上，路基工程区共 8 个绿化分区，各绿化区与水保方案相比均发生一定变化，导致需要整地的工程量变化，实际可绿化区均采取了整地措施，综合工程量变化，实际实施的整地面积比方案设计减少了 10.28hm^2 。

（3）排水工程

水保方案设计路基工程区排水沟总长度 25485m （两侧布置），其中土质梯形排水沟 21713m ，矩形盖板排水沟长 3772m ，在一般填方路段设置梯形土质边沟，在一般挖方路段和穿镇和穿村路段设置矩形盖板排水沟。实际施工中共采取了三种排水形式，其中一般挖方路段使用 C30 预制块梯形排水边沟，一般挖方路段采取了矩形盖板边沟，而穿越村镇路段，新增加雨水管道排水措施，与方案相比，排水规格和形式都有所提升。实际排水工程总长度为 24894m ，其中 C30 混凝土梯形排水沟 20029m ，矩形盖板边沟 2937m ，雨水管道 1928m 。

综上，经过主体工程细化和优化，减少了土质排水边沟的使用，增加了防护效果更好更实用的混凝土梯形边沟，另外还增加了穿村镇段的雨水管道，防护规格提升，因各排水工程形式、长度发生变化，所以排水工程的各单元工程量也相应一定变化。另外，水保方案考虑全线布置排水工程，没有扣除桥梁、涵洞工程路段，排水工程设计长度过大，路基工程区实际排水工程长 24984m ，除桥梁、涵洞没有设置边沟外，其余路段全部设置了排水工程，与方案设计相比，在排水工程长度方面略有减少，但与实际情况相符，且需要布置排水工程的部位均已实施，排水规格也比方案设计提升，满足水保要求。

（4）中央分隔带排水

水保方案设计在中央分隔带内采取排水措施，一般路段的中央分隔带采用凸形，分隔带底下设置纵向和横向排水管，超高路段的中央分隔带采用浅碟形，中间设置集水井，将水汇至集水井后再通过横向管排出，设计中央分隔带排水 25485m 。水保方案没有考虑桥梁、涵洞、交叉工程路段不设置中央分隔带的情况，全线布设中央分隔带排水，设计长度过大。实际中央分隔带排水长度为 24096m ，主要减少了桥梁、涵洞和交叉工程开口路段的长度。随着设计深入，主体工程对中央分隔带排水进行了详细设计，除挖方、填方、纵横向排水管外，还补充了包封、防渗膜等单元工程，因此与水保方案相比，实施内容上发生变化。但实际施工中，在中央分隔带内均实施了排水措施，防护比重没有减少，满足水保要求。

（5）排水顺接工程

方案设计在排水边沟出水口处布设排水顺接工程,使汇集的雨水顺畅排入周边灌排系统,方案估算布设排水顺接工程 12 处,为沉沙池形式,单个沉沙池设计尺寸深 0.8m,长 2.4m,宽 2.4m。实际建设中,结合线路经过水系、自然排水渠道等布置,调整了排水顺接工程的布置位置,实际布设排水顺接工程 8 处,虽然数量减少,但提高了沉沙池的容量,单个沉沙池规格调整为 10m 长×10m 宽×2.5m 深,可消纳更多的泥沙。因此,路基工程区按实际情况布置了排水顺接工程,虽然数量减少,但容量增加,可以满足水保要求。

2.桥涵工程区

（1）剥离、回填表土措施:

水保方案设计桥涵工程建设前,对占地类型中的耕地区域剥离表土,剥离厚度按照 0.2m 计取,表土剥离后集中堆放在桥涵工程一侧,以便在土建后期对桥梁下方空地和桥头进行绿化。方案估算剥离面积 1.93hm²,表土剥离量 0.39 万 m³,施工结束后用于绿化。本区实际可剥离面积为 1.35hm²,实际剥离表土量为 0.27 万 m³。方案批复后,主体工程对桥头护坡提高了防护等级,除小桥外,大中桥桥头护坡全部改成 C30 混凝土实心六棱砖护砌,只有 2 座小桥桥头采取了空心六棱砖,所以桥梁区六棱砖穴播植草面积减少,实际绿化面积仅余 65m³,需要回填的表土数量较小,因此剥离的表土绝大多数用于临近的交叉工程区使用。本区表土剥离数量减少是因为可剥离表土面积减少导致,但本区也做到了应剥尽剥,满足水保要求。

（2）土地整治

水保方案设计施工结束后,对桥梁下方空地绿化区域进行土地整治,估算土地整治面积 0.40hm²。桥梁建成后,实际并未对桥梁下方空地采取整地和绿化措施,因为桥梁下方主要为河道用地,方案设计绿化措施无法实施。因此本区仅对 2 座小桥坡面采取整地,完成六棱砖护砌后,对砖孔内采取了穴播植草措施,与方案估算的整地相比,减少了 0.39hm²。

（3）六棱空心砖植草防护

方案设计全部桥梁桥头护坡采取六棱空心砖防护,实施护砌后,对砖孔内采取穴播植草措施,估算护坡面积 6667m²。而实际施工中,主体工程提高了大中桥桥头防护等级,大中桥桥头全部采取 C30 实心六棱砖护砌,仅小桥保留了空心砖护砌形式。虽然减少了桥头绿化面积,但提高了防护等级,更有利于减少水土流失。因实际桥梁长度增

加，导致桥头护坡面积增大，实际面积为 9564m^2 ，与方案设计相比增加了 2897m^2 ，防护面积和防护等级满足水保要求。

3.交叉工程区

剥离、回填表土措施：方案设计本区剥离面积为 3.43hm^2 ，估算表土剥离量 0.69 万 m^3 。经调查，本区实际可剥离表土面积为 4.38hm^2 ，实际剥离表土 0.36 万 m^3 ，因本区用地面积增加，可绿化面积增大，需要回填的表土数量增多，实际表土回填量为 0.97hm^2 ，表土不足的部分又临近的路基、桥涵区调入。综上，因本区实际可剥离面积比方案减小，所以表土剥离量减少，剥离的表土已全部利用，满足水保要求。

4.养护工区

（1）剥离、回填表土措施

方案设计本区剥离面积为 1.80hm^2 ，估算表土剥离量 0.36 万 m^3 。本区实际可剥离表土面积与方案相比没有发生变化，剥离表土数量也没有发生变化，但本区可绿化面积减少，剥离的表土有盈余，剩余的表土运至临近的便道区回填使用，没有产生弃方。综上，本区按要求实施了表土剥离措施，剥离数量与方案相比没有发生变化，且剥离后的表土全部利用，满足水保要求。

（2）整地工程

方案设计对本区绿化区域采取整地措施，估算本区绿化面积为 0.94hm^2 ，因此整地面积为 0.94hm^2 。施工前，主体设计对本区平面布局进行了调整，增加了工区内停车位数量，相应的压缩了绿化面积，实际可绿化面积为 0.73hm^2 ，因此绿化面积减少导致整地面积减少了 0.21hm^2 。

（3）排水工程

方案设计在养护工区内采取雨水排水工程，设计形式为浆砌石矩形盖板排水边沟，估算排水沟长度 300m 。实际建设中，主体设计对工区内排水重新设计，采取了 DN300 雨水管道形式，共敷设雨水管 320m ，比水保方案增加了 20m ，虽然排水形式发生了变化，但是依然满足排水要求。

（4）植草砖和透水砖措施

方案设计对养护工区内地面停车位采取植草砖措施，估算铺设植草砖 400m^2 。养护区内停放的多为大型车辆，为了提高使用寿命并方便维护，工区停车位取消了植草砖措施，全部为硬化地面。虽然没有实施植草砖措施，但在区内增加了铺透水砖措施，且铺设面积超过了方案设计的植草砖面积，可以替代植草砖保持水土、增加降水蓄渗的功能。

经调查，实际铺设透水砖 2447m²，比方案设计的铺植草砖 400m²增加了 2047m²，满足水保要求。

(5) 雨水蓄水池

方案设计在工区绿化区内设蓄水池 1 处，项目区内道路雨水首先就近排入集蓄利用水池，集蓄水资源，用于绿化、消防等用水。设计蓄水池长 2.0m，池底宽 5.0，池深小于 3.0，采用砌砖结构，顶部覆盖混凝土盖板。实际建设中，经过可收集、可利用雨水量演算后，主体设计对蓄水池的规格进行了调整，实际尺寸为 5.0m 长×2.5m 宽×1.5m 深，且结合消防水池布置在水泵房内，由砌砖结构改为 C30 现浇混凝土形式。该蓄水池可满足养护工区收集利用雨水的需要，满足水保要求。

5. 施工便道区

(1) 剥离、回填表土措施

方案设计本区剥离面积为 4.44hm²，估算表土剥离量 0.89 万 m³。经调查，本区实际可剥离表土面积为 9.42hm²，实际剥离表土 1.88 万 m³，剥离的表土全部回覆到本区，不足的部分由临近的路基区和养护工区调入，共回覆表土 2.83 万 m³。综上，因本区实际可剥离面积比方案增加，所以表土剥离量增大，剥离的表土已全部利用，满足水保要求。

(2) 整地工程

水保方案设计施工便道区使用后，对复耕和采取绿化的区域设计了整地措施，工程量为 10.41hm²。本工程实际使用便道长度比方案设计减少，占地面积减少，使用后需要绿化的面积也相应减少，实际整地面积为 9.42hm²。（减少了 0.99hm²）。

6. 施工场地区

本工程有 2 个监理标段和 4 个施工标段，监理、施工单位项目部或租赁、或使用自有房屋，没有新建。施工 1 和施工 2 标段的生产区全部为自有，也没有新建，因此本工程施工没有新增施工场地区，为施工场地设计的各项水保措施不需要实施。植物措施和临时措施部分不再赘述。

7. 取土场区

本工程利用蓝海领航项目基坑开挖剩余的土方作为路基填方，通过综合利用土方解决取土问题，没有新增取土场地，因此为取土场设计的各项措施也不需要实施。虽然没有实施方案设计的措施，但减少了取土场的使用，减少了扰动和水土流失危害，更符合水土保持的要求。植物措施和临时措施部分不再赘述。

本项目水土保持工程措施实际完成工程量与水保方案设计工程量对比情况见表 4-2。

表 4-2 水土保持工程措施量对比分析表

分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
一、路基工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	1770.00	1506.96	-263.04
	2.土地整治	hm ²	41.36	31.08	-10.28
	3.路基排水工程	m	25485	24894	-591
	(1) 土方开挖	100m ³	494.46	504.97	+10.51
	(2) 土方回填	100m ³		23.53	+23.53
	(3) 排水沟 M7.5 浆砌片石	100m ³	36.01		-36.01
	(4) 排水沟 C25 预制混凝土	100m ³	34.65		-34.65
	(5) C30 砼基础+砼盖板	100m ³		24.17	+24.17
	(6) C30 混凝土预制块	100m ³		165.88	+165.88
	(7) 排水沟铺设碎石(砂砾垫层)	100m ³	1.33	167.71	+166.38
	(8) 防渗土工布	100m ²		1676.23	+1676.23
	(9) DN300 雨水管	m		254	+254
	(10) DN1000 雨水管	m		2687	+2687
	(11) DN1200 雨水管	m		916	+916
	4.中央分隔带排水	m	25485	24096	-1389
	(1) 中央分隔带浆砌石竖井	100m ³	4.25		-4.25
	(2) 中央分隔带 C25 混凝土圆管	100m ³	12.08		-12.08
	(3) 挖土方	100m ³		35.23	+35.23
	(4) 填方	100m ³		8.65	+8.65
	(5) 纵向Φ15 玻璃钢夹砂管	m		18332	+18332
	(6) 横向Φ15 玻璃钢夹砂管	m		5690	+5690
	(7) 横向Φ30 钢筋混凝土管	m		2221	+2221
	(8) C30 混凝土包封	100m ³		56.40	+56.40
	(9) M7.5 水泥砂浆	100m ³		0.23	+0.23
	(10) 防渗土工膜	100m ²		546.30	+546.30
	5.路基边坡浆砌石骨架	m	180	1020	+840
	(1) 拱形骨架 C25 预制混凝土	100m ³	0.56		-0.56
	(2) 拱形骨架 M7.5 浆砌片石	100m ³	2.68		-2.68
	(3) 挖方	100m ³		32.51	+32.51
	(4) C30 混凝土预制块	100m ³		5.29	+5.29
	(5) C30 混凝土基础	100m ³		37.62	+37.62
	(6) C30 现浇混凝土	100m ³		24.11	+24.11
	(7) 碎石垫层	100m ³		2.58	+2.58
	6.排水顺接工程	个	12	8	-4
	(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	6.24	87.66	+81.42
	(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.24	0.38	+0.14
	(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	1.34	11.16	+9.82
	(4) 培土方	100m ³		1.69	+1.69
	(5) C30 混凝土	100m ³		0.14	+0.14
	(6) C30 砼预制块	100m ³		0.23	+0.23
二、桥涵工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	39.00	26.93	-12.07
	2.土地整治	hm ²	0.40	0.01	-0.39
	3.六棱空心砖植草防护(桥头防护)	m ²	6667	9564	+2897
	(1) 六棱空心砖 C25 预制混凝土	100m ³	2.05		-2.05

分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
	(2) 六棱空心砖 M7.5 浆砌片石	100m ³	18.64		-18.64
	(3) 六棱空心砖砂石垫层	100m ³	5.39	13.63	+8.24
	(4) C30 混凝土六棱块	100m ³		0.22	+0.22
	(5) C30 混凝土	100m ³		10.72	+10.72
	(6) C30 混凝土预制块	100m ³		4.24	+4.24
三、交叉工程区	1.剥离、回填表土	100m ³	69.00	87.52	+18.52
	2.土地整治	hm ²	0.27	3.25	+2.98
四、养护工区	1.剥离、回填表土	100m ³	36.00	35.93	-0.07
	2.土地整治	hm ²	0.94	0.73	-0.21
	3.排水工程	m	300	320	+20
	(1) 土方开挖	100m ³	0.47	0.61	+0.14
	(2) 排水沟 C25 预制混凝土	100m ³	0.34		-0.34
	(3) 排水沟 M7.5 浆砌片石	100m ³	2.44		-2.44
	(4) 土方回填	100m ³		0.46	+0.46
	(5) DN300 雨水管	m		320	+320
	4.排水顺接工程	个	1	1	
	(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	0.52	0.52	
	(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.02	0.02	
	(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	0.11	0.11	
	5.铺设植草砖	100m ²	4.00		-4.00
	6.铺设透水砖	100m ²		27.47	+27.47
	7.雨水蓄水池	个	1	1	
	(1) 蓄水池土方开挖	100m ³	0.33	0.38	+0.05
	(2) 蓄水池浆砌砖	100m ³	0.10		-0.10
	(3) 蓄水池砂石垫层	100m ³	0.02		-0.02
	(4) 蓄水池预制混凝土盖板	100m ³	0.01	0.01	
	(5) C30 现浇混凝土	100m ³		0.19	+0.19
五、施工便道区	1.剥离、回填表土	100m ³	89.00	188.34	+99.34
	2.土地整治	hm ²	10.41	9.42	-0.99

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 方案设计工程量

本项目水土保持方案设计水土保持植物措施主要工程量如下：

- 1.路基工程区：栽植乔木 15544 株，灌木 244215 株，撒播草籽 32.99hm²，喷播植草 3.27hm²。
- 2.桥涵工程区：穴播植草 0.30hm²，撒播植草 0.40hm²。
- 3.交叉工程区：撒播植草 0.27hm²。
- 4.养护工区：栽植乔木 770 株，灌木 51000 株，撒播植草 0.55hm²，穴播植草 358m²。
- 5.施工便道区：撒播草籽 5.97hm²。
- 6.施工场地区：撒播植草 0.15hm²。
- 7.取（弃）土场区：无。

4.2.2 实际完成工程量

经实际调查、查阅施工资料，本工程已实施的植物措施如下：

1.路基工程区

- ①完成边坡植草绿化 22161m，共栽植灌木 33870 株、撒播草籽 12.57hm²；
- ②中央分隔带绿化 4.93hm²，共栽植乔灌木 30708 株、撒播种草 3.86hm²；
- ③拱形骨架护坡 1.12hm²，撒播种草 1.12hm²；
- ④护坡道绿化 4.78hm²，共栽植灌木 24613 株、撒播种草 4.78hm²；
- ⑤土路肩绿化 3.59hm²，撒播种草 3.59hm²；
- ⑥边坡平台绿化 0.18hm²，共栽植灌木 1820 株、撒播种草 0.18hm²；
- ⑦锚杆护坡工程 1560m，其中挖土方 1670m³、挖石方 998m³、使用菱形镀锌网 38765m²、使用Φ28HRB 锚杆 98851kg、Φ20 锚杆 21453kg、喷混生植物 3.76hm²；
- ⑧土质截水边沟绿化 0.14hm²，共栽植灌木 1995 株、撒播草籽 0.14hm²。

2.桥涵工程区：六棱砖穴播植草 0.01hm²。

3.交叉工程区：完成绿化 3.25hm²，共撒播植草 3.25hm²。

4.养护工区：完成绿化 0.73hm²，共栽植乔灌木 1215 株、栽植绿篱 80m²。

5.施工便道区：植被恢复措施 9.42hm²，共撒播种草 9.42hm²。

各项水土保持植物措施实施情况见表 4-3。

表 4-3 水土保持植物措施量统计表

防治分区	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
一、路基工程区	1.路基边坡植草绿化	m	22161	2019.09-2020.05
	(1) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	16935	
	(2) 栽植紫穗槐 (株高 100cm, 冠幅 100~120cm)	株	16935	
	(3) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	12.57	
	2.中央分隔带绿化	hm²	4.93	2019.10-2020.09
	(1) 栽植龙柏 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	12389	
	(2) 栽植木槿 (冠幅 120~160cm)	株	5733	
	(3) 栽植蜀桧 (株高 200cm、冠幅 80cm)	株	8532	
	(4) 栽植紫叶矮樱 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	2844	
	(5) 栽植紫叶李 (株高 200cm、冠幅 120cm)	株	1210	
	(6) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	3.86	
	3.路基边坡拱形骨架护坡绿化	hm²	1.12	2019.08-2020.04
	(1) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	1.12	
	4.路基征地线与排水沟之间的绿化	hm²	4.78	2019.09-2020.04
	(1) 栽植龙柏 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	12417	
	(2) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	1774	
	(3) 栽植扶芳藤 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	10422	
	(4) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	4.78	
	5.土路肩绿化	hm²	3.59	2019.06-2019.11
	(1) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	3.59	
	6.边坡平台防护设计	hm²	0.18	2019.09-2020.04
	(1) 栽植扶芳藤 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	880	
	(2) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	940	
	(3) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	0.18	
	7.锚杆护坡喷播植草	m	1560	2019.10-2020.05
	(1) 菱形镀锌网	m ²	38765	
	(2) 挖石方	m ³	998	
	(3) 挖土方	m ³	1670	
	(4) Φ28HRB 锚杆	kg	98851	
	(5) Φ20 锚杆	kg	21453	
	(6) 喷混生植物 (白三叶+结缕草混播)	hm ²	3.76	
	8.土质截水边沟绿化	hm²	0.14	2019.09-2019.10
	(1) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	735	
	(2) 栽植金银木 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	630	
	(3) 栽植紫穗槐 (株高 100cm, 冠幅 100~120cm)	株	630	
	(4) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	0.14	
二、桥涵工程区	1.六棱空心砖内穴播植草	hm²	0.01	2019.06
	(1) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	0.01	

三、交叉工程区	1.交叉区内撒播种草	hm ²	3.25	2019.10-2020.11
	(1) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	3.25	
四、养护工区	1.工区内绿化	hm ²	0.73	2021.03-2021.05
	(1) 栽植雪松 (高度 4.0-4.5m、冠幅 1.8-2.0m)	株	16	
	(2) 栽植龙柏 (高度 2.5-3.0m、冠幅 1.0m)	株	30	
	(3) 栽植旱柳 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株	20	
	(4) 栽植白蜡 (胸径 7.0-8.0cm、高度 5.0m、冠幅 3.0m)	株	101	
	(5) 栽植国槐 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株	101	
	(6) 栽植银杏 (胸径 5.0-6.0cm、高度 6.0m、冠幅 2.0m)	株	16	
	(7) 栽植金银木 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株	36	
	(8) 栽植红叶李 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株	40	
	(9) 栽植木槿 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株	40	
	(10) 栽植金银木 (高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株	200	
	(11) 栽植小叶女贞球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株	75	
	(12) 栽植大叶黄杨球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株	60	
	(13) 栽植蔷薇	株	400	
	(14) 栽植小龙柏 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	株	80	
	(15) 栽植金叶女贞 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	m ²	80	
五、施工便道区	1.植被恢复撒播种草 (狗牙根+紫茅草)	hm ²	9.42	2019.08-2020.05

4.2.3 对比分析

实际实施水土保持植物措施工程量较方案设计工程量发生了变化, 其中:

1.路基工程区

(1) 边坡植草绿化

水保方案设计填土高度小 3m 的边坡采用植草护坡, 估算面积 12.04hm²。本工程部分边坡放缓, 边坡长度增加, 实际植草面积略有增加, 实际面积为 12.54hm², 比方案估算增加了 0.53hm²。另外方案设计在坡面上栽植黄荆, 而实际栽植的是连翘和紫穗槐, 实际撒播的草种为结缕草。与方案设计相比, 本措施从工程量和植物规格上都有了调整, 但工程量比方案设计增大, 植草覆盖程度较高, 满足水保要求。

(2) 中央分隔带绿化

水保方案设计本工程全路段采取中央分隔带绿化, 估算中央分隔带绿化 25485m, 宽度 2.0m, 绿化面积 5.10hm²。因路段桥梁、涵洞、交叉处均无法设置绿化带, 所以实际绿化带长度为 24663m, 绿化面积为 4.93hm² (减少 0.17hm²)。虽然绿化面积减少, 但为了提高本工程绿化美化效果, 本工程采取了多种乔木和灌木搭配的栽种方式, 种植密度也有较大提升, 绿化覆盖程度较高, 满足水保要求。

(3) 边坡拱形骨架护坡绿化

水保方案设计在骨架护坡实施后,对骨架内采取撒播种草措施,估算面积 0.33hm^2 。从前文工程措施整地工程量变化可知,本区骨架护坡面积增加,因此需要植草的面积也相应增大,护坡内实际植草面积 1.12hm^2 ,比方案估算增加了 0.79hm^2 ,目前植草覆盖程度较高,满足水保要求。

(4) 路基征地线与排水沟之间的绿化

路基征地线和排水沟之间有 1m 的空地,方案拟对这部分用地采取绿化措施,估算面积 5.10hm^2 ,没有考虑桥梁、涵洞外侧无此用地,估算绿化面积过大,征地线与排水边沟之间实际绿化面积为 4.78hm^2 ,比方案减少 0.32hm^2 。虽然面积有所减少,但已实施的绿化种类比方案增加,形成了多种植物搭配的绿化美化效果,目前绿化覆盖程度较高,满足水保要求。

(5) 土路肩绿化

方案设计全线 25.485km 采取土路肩绿化,设计土路肩 0.75m 宽,两侧布置,因此估算土路肩绿化 3.82hm^2 ,但桥梁、涵洞和交叉路段是无法设置土路肩的,所以方案对土路肩估算面积过大,去除桥梁、涵洞以及交叉路段后,实际布设土路肩长 23.908km ,土路肩实际绿化面积为 3.59hm^2 ,比方案减少 0.23hm^2 。

(6) 边坡平台绿化

方案估算路堑段绿化平台面积 0.13hm^2 ,实际路堑段采取了消坡、分级措施,放缓了边坡,导致路堑段平台面积增加,实际边坡平台面积为 0.18hm^2 ,比方案增加了 0.05hm^2 ,绿化面积增加,绿化覆盖程度较高,满足水保要求。

(7) 锚杆护坡喷播植草

方案设计对开挖路段较陡的边坡采取锚杆护坡,并在护坡上采取喷播植草措施,因实际锚杆护坡面积增加了 0.46hm^2 ,所以导致整地面积增大 0.46hm^2 ,目前绿化覆盖程度较高,满足水保要求。

(8) 土质排(截)水边沟绿化

方案设计对全线土质排水边沟采取撒播种草措施,估算排水边沟可绿化面积 11.57hm^2 ,而实际建设中,提高了排水沟规格,土质排水边沟全部采取了 C30 混凝土预制块护砌,所以无法实施绿化,但在路堑边坡上方,采取了土质截水沟,实际对土质截水沟采取了沟内植草措施,因为截水沟只在路堑段布置,长度较短,可绿化面积仅有 0.14hm^2 ,导致绿化面积减少,共减少 11.43hm^2 。在实施截水沟沟内绿化时,除撒播了

结缕草草籽，还增加了栽植连翘、金银木和紫穗槐等灌木，提高了防护标准，满足水保要求。

2.桥涵工程区

(1) 六棱砖穴播植草

方案设计全部桥梁桥头护坡采取六棱空心砖防护，实施护砌后，对砖孔内采取穴播植草措施，估算护坡面积 6667m^2 ，估算穴播植草面积 0.30hm^2 。而实际施工中，主体工程提高了大中桥桥头防护等级，大中桥桥头全部采取 C30 实心六棱砖护砌，仅小桥保留了空心砖护砌形式，仅保留了 2 座小桥桥头空心砖护坡，所以穴播植草面积随之减少，实际面积为 0.01hm^2 ，减少了 0.29hm^2 。

(2) 桥涵区下方撒播种草

水保方案设计施工结束后，对桥梁下方空地绿化区域进行植物绿化措施，估算土地绿化面积 0.40hm^2 。实际并未对桥梁下方空地采绿化，因为桥梁下方主要为河道用地，因此该措施没有实施，工程量减少。

3.交叉工程区

植物绿化措施：水保方案设计对交叉工程区可绿化区采取撒播种草措施，估算种植面积 0.27hm^2 。实际施工中，交叉工程区面积增加，可绿化面积增加，撒播种草面积也相应增加，共增加 2.98hm^2 。

4.养护工区

(1) 植物绿化措施

水保方案设计对养护工区内采取栽植乔灌木的措施，设计绿化面积 0.94hm^2 。而实际建设中，因平面布局调整，实际可绿化面积为 0.73hm^2 ，比方案估算减少了 0.21hm^2 。虽然面积减少，但绿化美化的规格提升，共使用了 15 种植物措施，目前已实施的植物措施长势良好，覆盖程度较高，满足水保要求。

(2) 植草砖穴播植草措施

水保方案设计在地面停车位采取植草砖措施，并在砖孔内采取穴播植草，估算穴播植草面积 0.04hm^2 。实际实施中，取消了植草砖措施，以透水砖替代植草砖降水蓄渗的功能，所以取消了穴播植草这一措施。

5.施工便道区

植被恢复措施：水保方案设计施工便道使用后，对占用耕地的采取复耕、占用他土地的采取撒播种草措施，估算撒播植草面积 5.97hm^2 。经实际调查，施工便道区使用整

地后，全部采取了撒播种草，因此绿化面积增加，撒播种草工程量增大。

本项目水土保持植物措施实际完成工程量与水保方案设计工程量对比情况见表4-4。

表 4-4 水土保持植物措施量对比分析表

分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
一、路基工程区	1.路基边坡植草绿化	m	24145	22161	-1984
	(1) 栽植黄荆（灌丛高 60~80cm，冠幅 40~60cm）	株	30100		-30100
	(2) 植草护坡（狗牙根+紫羊茅）	hm ²	12.04		-12.04
	(3) 栽植连翘（株高 80cm，冠幅 100cm）	株		16935	+16935
	(4) 栽植紫穗槐（株高 100cm，冠幅 100~120cm）	株		16935	+16935
	(5) 撒播结缕草（国家 I 级）	hm ²		12.57	+12.57
	2.中央分隔带绿化	hm²	5.10	4.93	-0.17
	(1) 栽植小叶黄杨（灌丛高 60~80cm，冠幅 40~60cm）	株	203919		-203919
	(2) 栽植紫薇	株	10196		-10196
	(3) 栽植龙柏（株高 160cm，冠幅 120cm）	株		12389	+12389
	(4) 栽植木槿（冠幅 120~160cm）	株		5733	+5733
	(5) 栽植蜀桧（株高 200cm、冠幅 80cm）	株		8532	+8532
	(6) 栽植紫叶矮樱（株高 160cm，冠幅 120cm）	株		2844	+2844
	(7) 栽植紫叶李（株高 200cm、冠幅 120cm）	株		1210	+1210
	(8) 撒播结缕草（国家 I 级）	hm ²		3.86	+3.86
	3.路基边坡拱形骨架护坡绿化	hm²	0.33	1.12	+0.79
	(1) 植草护坡（狗牙根+紫羊茅）	hm ²	0.33		-0.33
	(2) 撒播结缕草（国家 I 级）	hm ²		1.12	+1.12
	4.路基征地线与排水沟之间的绿化	hm²	5.10	4.78	-0.32
	(1) 栽植侧柏（胸径 6cm）	株	7772		-7772
	(2) 垂柳（胸径 6cm）	株	7772		-7772
	(3) 植草护坡（狗牙根+紫羊茅）	hm ²	5.10		-5.10
	(4) 栽植龙柏（株高 160cm，冠幅 120cm）	株		12417	+12417
	(5) 栽植连翘（株高 80cm，冠幅 100cm）	株		1774	+1774
	(6) 栽植扶芳藤（株高 80cm，冠幅 100cm）	株		10422	+10422
	(7) 栽植结缕草（国家 I 级）	hm ²		4.78	+4.78
	5.土路肩绿化	hm²	3.82	3.59	-0.23
	(1) 植草护坡（狗牙根+紫羊茅）	hm ²	3.82		-3.82
	(2) 撒播结缕草（国家 I 级）	hm ²		3.59	+3.59
	6.边坡平台防护绿化	hm²	0.13	0.18	+0.05
	(1) 植草护坡（狗牙根+紫羊茅）	hm ²	0.13		-0.13
	(2) 栽植扶芳藤（株高 80cm，冠幅 100cm）	株		880	+880
	(3) 栽植连翘（株高 80cm，冠幅 100cm）	株		940	+940
	(4) 栽植结缕草（国家 I 级）	hm ²		0.18	+0.18

分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
	7.锚杆护坡喷播植草	m	1160	1560	+400
	(1) 土方回填	m ³	16		-16
	(2) B16 锚杆	m	46777		-46777
	(3) 菱形镀锌网	m ²	32770	38765	+5995
	(4) 喷播狗牙根 (国家I级)	hm ²	3.30		-3.30
	(5) 挖石方	m ³		998	+998
	(6) 挖土方	m ³		1670	+1670
	(7) Φ28HRB 锚杆	kg		98851	+98851
	(8) Φ20 锚杆	kg		21453	+21453
	(9) 喷混生植物 (白三叶+结缕草混播)	hm ²		3.76	+3.76
	8.土质排(截)水边沟绿化	hm²	11.57	0.14	-11.43
	(1) 植草护坡 (狗牙根+紫羊茅)	hm ²	11.57		-11.57
	(2) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株		735	+735
	(3) 栽植金银木 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株		630	+630
	(4) 栽植紫穗槐 (株高 100cm, 冠幅 100~120cm)	株		630	+630
	(5) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²		0.14	+0.14
二、桥涵工程区	1.六棱空心砖内穴播植草	hm²	0.30	0.01	-0.29
	(1) 撒播草籽 (狗牙根+紫羊茅)	hm ²	0.30		-0.30
	(2) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²		0.01	+0.01
	2.桥涵下方撒播种草 (狗牙根+紫羊茅)	hm²	0.40		-0.40
三、交叉工程区	1.交叉区内撒播种草	hm²	0.27	3.25	+2.98
	(1) 撒播草籽 (狗牙根+紫羊茅)	hm ²	0.27		-0.27
	(2) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²		3.25	+3.25
四、养护工区	1.工区内绿化	hm²	0.94	0.73	-0.21
	(1) 栽植丁香 (胸径 6cm)	株	385		-385
	(2) 栽植樱花 (胸径 6cm)	株	385		-385
	(3) 栽植大叶黄杨 (灌丛高 60~80cm, 冠幅 40~60cm)	株	51000		-51000
	(4) 撒播种草 (狗牙根+紫羊茅)	hm ²	0.55		-0.55
	(5) 栽植雪松 (高度 4.0-4.5m、冠幅 1.8-2.0m)	株		16	+16
	(6) 栽植龙柏 (高度 2.5-3.0m、冠幅 1.0m)	株		30	+30
	(7) 栽植旱柳 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株		20	+20
	(8) 栽植白蜡 (胸径 7.0-8.0cm、高度 5.0m、冠幅 3.0m)	株		101	+101
	(9) 栽植国槐 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株		101	+101
	(10) 栽植银杏 (胸径 5.0-6.0cm、高度 6.0m、冠幅 2.0m)	株		16	+16
	(11) 栽植金银木 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株		36	+36
	(12) 栽植红叶李 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株		40	+40
	(13) 栽植木槿 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株		40	+40
	(14) 栽植金银木 (高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株		200	+200

分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
	(15) 栽植小叶女贞球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株		75	+75
	(16) 栽植大叶黄杨球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株		60	+60
	(17) 栽植蔷薇	株		400	+400
	(18) 栽植小龙柏 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	株		80	+80
	(19) 栽植金叶女贞 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	m ²		80	+80
	2.植草砖绿化	hm²	0.04		-0.04
	(1) 穴播植草 (狗牙根)	hm ²	0.04		-0.04
五、施工便道区	1.植被恢复撒播种草 (狗牙根+紫羊茅)	hm²	5.97	9.42	+3.45

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 方案设计工程量

本项目水土保持方案设计水土保持临时措施主要工程量如下：

- 1.路基工程区：**临时排水沟 1566m，编织袋装土 889m³，密目防尘网 5.28 万 m²。
- 2.桥涵工程区：**临时围堰拆除 485m，泥浆池 5 个，编织袋装土 156m³，密目防尘网 0.09 万 m²。
- 3.交叉工程区：**编织袋装土 552m³，密目防尘网 0.09 万 m²。
- 4.养护工区：**编织袋装土 240m³，密目防尘网 0.06 万 m²。
- 5.施工便道区：**编织袋装土 214m³，密目防尘网 0.40 万 m²，临时排水沟长 18000m，临时沉砂池 1 个。
- 6.施工场地区：**编织袋装土 65m³，密目防尘网 0.21 万 m²，临时排水沟 750m，临时沉砂池 1 个。
- 7.取土场区：**编织袋装土 116m³，密目防尘网 0.34 万 m²。

4.3.2 实际完成

经实际调查、查阅施工资料，本工程已实施的临时措施如下：

1.路基工程区

- ①临时拦挡采用编织袋装土 725m³；
- ②临时覆盖使用密目防尘网 135000m²；
- ③设置坡面临时排水沟 5168m，其中土方开挖 307m³、铺设塑料薄膜 3620m²。

2.桥涵工程区

- ①临时覆盖使用防尘网 1350m²；

②设置泥浆池 7 处，其中土方开挖 525m³、使用塑料薄膜 665m²。

3.交叉工程区

①临时拦挡采用编织袋装土 1307m³；

②临时覆盖使用防尘网 2500m²。

4.养护工区

①临时拦挡采用编织袋装土 250m³；

②临时覆盖使用防尘网 7335m²。

5.施工便道区

①临时拦挡采用编织袋装土 680m³；

②临时覆盖使用防尘网 3450m²；

③设置临时排水沟 24663m，共开挖土方 9250m³；

④设置临时沉沙池 1 个，共开挖土方 5m³。

各项水土保持临时措施实施情况见表 4-5。

表 4-5 水土保持临时措施量统计表

防治分区	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
一、路基工程区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	7.25	2018.03-07
	2.防尘网覆盖	100m ²	1350.00	2018.02-2019.05
	3.临时排水沟	m	5168	2018.06-2018.11
	(1) 土方开挖	100m ³	3.07	
	(2) 铺设塑料薄膜	100m ²	36.20	
二、桥涵工程区	1.防尘网覆盖	100m ²	13.50	2018.05-2019.04
	2 泥浆池	个	7	2018.06-2019.03
	(1) 临时泥浆池土方开挖	100m ³	5.25	
	(2) 临时泥浆池铺塑料薄膜	100m ²	6.65	
三、交叉工程区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	13.07	2018.03-2018.07
	2.防尘网覆盖	100m ²	25.00	2018.03-2019.05
四、养护工区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	2.50	2018.07-2019.04
	2.防尘网覆盖	100m ²	73.35	2018.07-2021.04
五、施工便道区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	6.80	2018.03-2018.08
	2.防尘网覆盖	100m ²	65.00	2019.04-2019.07
	3.临时排水沟	m	24663	2018.03-2018.07
	(1) 土方开挖	100m ³	92.50	
	4.临时沉沙池	个	1	
	(1) 土方开挖	100m ³	0.05	2018.06

4.3.3 对比分析

1.路基工程区

(1) 编织袋装土拦挡措施

水保方案设计路基剥离表土临时堆放在沿线,临时堆土周边采取编织袋装土临时拦挡,拦挡高度 1.0m,估算编织袋装土拦挡 889m³。因本区实际剥离表土的数量减少,所以需要编织袋拦挡的工程量也相应减少,经调查,本区共采取编织袋装土拦挡 725m³,减少了 164m³。

(2) 临时防尘网覆盖措施

水土方案设计对临时堆放的表土表面采取防尘网覆盖措施,设计覆盖面积 5.28 万 m²。施工中,除对表土采取临时覆盖外,还对施工裸露区、绿化区等范围采取了防尘网覆盖,共使用防尘网 13.50 万 m²,比方案估算量增加较多。

(3) 临时排水

施工期间,为防止雨水冲刷,水保方案设计沿填方路基边坡每隔 100m 设置一条临时横向排水沟,矩形断面,底宽 30cm,深 20cm,上面覆盖一层塑料薄膜,经计算,临时排水沟长 1566m。而实际施工中,每隔 30m 既设计了一条坡面排水沟,实际使用长度为 5168m,比方案估算增加了 3602m。

2.桥涵工程区

(1) 编织袋装土拦挡措施

水保方案同样对本区临时堆放的表土采取编制袋拦挡措施,估算量为 156m³。实际施工中,本区虽然采取了表土剥离措施,但用于本区的表土数量很少,多数调入临近的交叉区存放和使用,因此桥梁区没有采取编织袋拦挡措施,工程量减少。

(2) 临时覆盖措施

方案设计施工期间在桥梁施工区和表土堆放区采取临时覆盖措施,估算临时覆盖面积约为 900m²。因为桥梁长度增加,桥梁面积增大导致需要防护的面积增大,因此施工中实际使用的防尘网数量增加,实际共使用防尘网 1350m²,比方案估算增加了 450m²。

(3) 临时泥浆池

水保方案设计为避免泥浆和浊水对河流环境产生影响,在两排桥墩区域设置临时泥浆池,用以减少对周边水体和泥沙发生冲刷、堆积等,初步估算布设泥浆池 5 个。而实际施工中,对大中桥范围内均设置了泥浆池,共使用 7 个,因此工程量有所增加。

3.交叉工程区

(1) 编织袋拦挡措施

方案设计对临时堆放的表土和其它土方采取临时编织袋拦挡措施,估算使用编织袋 552m³。因本区表土剥离的数量增加,需要防护的工程量增大,所以编织袋拦挡增加,实际使用编织袋拦挡 1307m³,比方案估算增加 755m³。

(2) 防尘网覆盖措施

方案设计对交叉工程区临时堆放的表土表面采取防尘网覆盖措施,估算工程量 900m²。同样因为本区剥离的表土面积增加,导致防尘网使用量增加,实际使用防尘网 2500m²,增加了 1600m²。

4.养护工区

(1) 编织袋装土拦挡措施

水保方案设计对临时堆放的表土采取临时拦挡措施,估算编织袋装土 240m³,本区表土剥离量与方案相比没有发生变化,但施工过程中增加了对其它临时堆土的防护量,共使用编织袋装土拦挡 250m³。

(2) 防尘网覆盖措施

水保方案设计对施工期堆放的表土采取防尘网覆盖措施,估算使用防尘网 600m²。而实际施工中,除了对表土采取临时覆盖外,在绿化实施前,对整个绿化区采取了防尘网覆盖,共使用防尘网 7335m²,比方案估算增加了 6735m²。

(3) 编织袋装土拦挡

水保方案设计对堆放在便道一侧的表土采取临时拦挡措施,估算使用编织袋装土 214m³。因本区剥离和回填的表土数量增加,堆放期间使用的拦挡措施也相应增加,实际使用编织袋装土 680m³,增加了 466m³。

(4) 防尘网覆盖措施

水保方案设计对施工期堆放的表土采取防尘网覆盖措施,估算使用防尘网 4000m²。同样因为本区临时堆放的表土数量增加,需要防尘网数量增大,实际使用防尘网 6500m²,比方案估算增加了 2500m²。

5.施工便道区

临时排水和临时沉沙措施:水保方案设计在施工道路一侧设临时排水沟,并在排水出口处设置临时沉沙池,防止淤积排水系统。估算修建临时排水沟 18000m,布设沉沙池 1 处。因本工程施工便道长度增加,需要布设的临时排水工程也相应增大,共布设临

时排水 24663m，导致的临时排水工程量增加。临时沉沙池按方案要求实施，没有发生变化。

本项目水土保持临时措施实际完成工程量与水保方案设计工程量对比情况见表 4-6。

表 4-6 实际完成的临时措施与批复方案设计工程量对比情况表

防治分区	项目	单位	方案设计	实际实施	差值
一、路基工程区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	8.89	7.25	-1.64
	2.防尘网覆盖	100m ²	528.00	1350.00	+822.00
	3.临时排水沟	m	1566	5168	+3602
	(1) 土方开挖	100m ³	0.93	3.07	+2.14
	(2) 铺设塑料薄膜	100m ²	10.96	36.20	+25.24
二、桥涵工程区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	1.56		-1.56
	2.防尘网覆盖	100m ²	9.00	13.50	+4.50
	3.泥浆池	数量	5	7	+2
	(1) 临时泥浆池土方开挖	100m ³	3.75	5.25	+1.50
	(2) 临时泥浆池铺塑料薄膜	100m ²	4.75	6.65	+1.90
	4.临时围堰	m	485		-485
三、交叉工程区	(1) 围堰编织袋拆除	100m ³	155.00		-155.00
三、交叉工程区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	5.52	13.07	+7.55
	2.防尘网覆盖	100m ²	9.00	25.00	+16.00
四、养护工区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	2.40	2.50	+0.10
	2.防尘网覆盖	100m ²	6.00	73.35	+67.35
五、施工便道区	1.编织袋装土拦挡	100m ³	2.14	6.80	+4.66
	2.防尘网覆盖	100m ²	40.00	65.00	+25.00
	3.临时排水沟	m	18000	24663	+6663
	(1) 土方开挖	100m ³	67.50	92.50	+25
	4.临时沉沙池	个	1	1	
	(1) 土方开挖	100m ³	0.05	0.05	

4.4 水土保持措施防治效果

4.4.1 水土保持措施实施情况

1.路基工程区

(1) 工程措施

①剥离表土 15.07 万 m³、回填表土 14.44 万 m³;

②土地整治 31.08hm²;

③排水工程 24894m, 共开挖土方 5.05 万 m³、回填土方 0.24 万 m³、使用 C30 砼 2417m³、使用 C30 混凝土预制块 16588m³、铺设砂砾垫层 16771m³、使用防渗土工布 167623m²、敷设 DN300 雨水管 254m、DN1000 雨水管 2687m、DN1200 雨水管 916m;

④修建中央分隔带排水 24096m, 共开挖土方 3523m³、回填土方 865m³、设置纵向 Φ15 玻璃钢夹砂管 18332m、设置横向 Φ15 玻璃钢夹砂管 5690m、设置横向 Φ30 玻璃钢夹砂管 2221m、使用 C30 混凝土包封 5640m³、使用 M7.5 水泥砂浆 23m³、使用防渗土工膜 54630m²;

⑤修建路基边坡浆砌石骨架 1020m, 其中挖方 3251m³、使用 C30 混凝土预制块 529m³、C30 混凝土基础 3762m³、C30 现浇混凝土 2411m³、碎石垫层 258m³;

⑥设置排水顺接工程 8 处, 其中土方开挖 8766m³、反滤层 38m²、使用 M7.5 浆砌块石 1116m³、培土方 169m³、使用 C30 混凝土 14m³、C30 砼预制块 23m³。

(2) 植物措施

①完成边坡植草绿化 22161m, 共栽植灌木 33870 株、撒播草籽 12.57hm²;

②中央分隔带绿化 4.93hm², 共栽植乔灌木 30708 株、撒播种草 3.86hm²;

③拱形骨架护坡 1.12hm², 撒播种草 1.12hm²;

④护坡道绿化 4.78hm², 共栽植灌木 24613 株、撒播种草 4.78hm²;

⑤土路肩绿化 3.59hm², 撒播种草 3.59hm²;

⑥边坡平台绿化 0.18hm², 共栽植灌木 1820 株、撒播种草 0.18hm²;

⑦锚杆护坡工程 1560m, 其中挖土方 1670m³、挖石方 998m³、使用菱形镀锌网 38765m²、使用 Φ28HRB 锚杆 98851kg、Φ20 锚杆 21453kg、喷混生植物 3.76hm²;

⑧土质截水边沟绿化 0.14hm², 共栽植灌木 1995 株、撒播草籽 0.14hm²。

(3) 临时措施

①临时拦挡采用编织袋装土 725m³;

②临时覆盖使用密目防尘网 135000m²;

③设置坡面临时排水沟 5168m, 其中土方开挖 307m³、铺设塑料薄膜 3620m²。

2. 桥涵工程区

(1) 工程措施

①剥离表土 0.27 万 m³;

②土地整治 0.01hm²;

③桥头防护 9564m², 其中使用 C30 混凝土六棱块 22m³、C30 混凝土 1072m³、C30 混凝土预制块 424m³、砂石垫层 1363m³。

(2) 植物措施

六棱砖穴播植草 0.01hm²。

(3) 临时措施

①临时覆盖使用防尘网 1350m²;

②设置泥浆池 7 处, 其中土方开挖 525m³、使用塑料薄膜 665m²。

3.交叉工程区

(1) 工程措施

①剥离表土 0.88 万 m³、回填表土 0.97 万 m³;

②土地整治 3.25hm²。

(2) 植物措施

完成绿化 3.25hm², 共撒播植草 3.25hm²。

(3) 临时措施

①临时拦挡采用编织袋装土 1307m³;

②临时覆盖使用防尘网 2500m²。

4.养护工区

(1) 工程措施:

①表土 0.36 万 m³、回填表土 0.22 万 m³;

②土地整治 0.73hm²;

③设置排水工程 320m, 其中土方开挖 61m³、土方回填 46m³、敷设 DN300 雨水管 320m;

④设置排水顺接工程 1 处, 其中土方开挖 52m²、反滤层 2m²、使用 M7.5 浆砌片石 11m³; 铺设透水砖 2747m²;

⑤设置雨水蓄水池 1 座, 其中土方开挖 38m³、使用预制混凝土盖板 1m³、使用 C30 现浇混凝土 19m³。

(2) 植物措施: 完成绿化 0.73hm², 共栽植乔灌木 1215 株、栽植绿篱 80m²。

(3) 临时措施:

①临时拦挡采用编织袋装土 250m³;

②临时覆盖使用防尘网 7335m²。

5.施工便道区

(1) 工程措施

①剥离表土 1.88 万 m³、回填表土 2.83 万 m³；

②土地整治 9.42hm²。

(2) 植物措施

植被恢复措施 9.42hm²，共撒播种草 9.42hm²。

(3) 临时措施

①临时拦挡采用编织袋装土 680m³；

②临时覆盖使用防尘网 3450m²；

③设置临时排水沟 24663m，共开挖土方 9250m³；

④设置临时沉沙池 1 个，共开挖土方 5m³。

实际实施的水土保持措施工程量统计见表 4-7。

表 4-7 实际完成的水土保持措施数量表

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
一、路基工程区	(一) 工程措施	1.剥离、回填表土	100m ³	1507	2018.02-06/2019.04-07
		2.土地整治	hm ²	31.08	2019.05-2019.10
		3.路基排水工程	m	24894	2018.10-2019.06
		(1) 土方开挖	100m ³	504.97	
		(2) 土方回填	100m ³	23.53	
		(3) C30 砼基础+砼盖板	100m ³	24.17	
		(4) C30 混凝土预制块	100m ³	165.88	
		(5) 排水沟铺设碎石(砂砾垫层)	100m ³	167.71	
		(6) 防渗土工布	100m ²	1676.23	
		(7) DN300 雨水管	m	254	
		(8) DN1000 雨水管	m	2687	
		(9) DN1200 雨水管	m	916	
		4.中央分隔带排水	m	24096	2018.11-2019.07
		(1) 挖土方	100m ³	35.23	
		(2) 填方	100m ³	8.65	
		(3) 纵向Φ15 玻璃钢夹砂管	m	18332	
		(4) 横向Φ15 玻璃钢夹砂管	m	5690	
		(5) 横向Φ30 钢筋混凝土管	m	2221	
		(6) C30 混凝土包封	100m ³	56.40	
		(7) M7.5 水泥砂浆	100m ³	0.23	
		(8) 防渗土工膜	100m ²	546.30	
		5.路基边坡浆砌石骨架	m	1020	2018.09-2019.06
		(1) 挖方	100m ³	32.51	

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
		(2) C30 混凝土预制块	100m ³	5.29	
		(3) C30 混凝土基础	100m ³	37.62	
		(4) C30 现浇混凝土	100m ³	24.11	
		(5) 碎石垫层	100m ³	2.58	
		6.排水顺接工程	个	8	2019.03-2019.06
		(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	87.66	
		(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.38	
		(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	11.16	
		(4) 培土方	100m ³	1.69	
		(5) C30 混凝土	100m ³	0.14	
		(6) C30 砼预制块	100m ³	0.23	
	(二) 植物措施	1.路基边坡植草绿化	m	22161	2019.09-2020.05
		(1) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	16935	
		(2) 栽植紫穗槐 (株高 100cm, 冠幅 100~120cm)	株	16935	
		(3) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	12.57	
		2.中央分隔带绿化	hm²	4.93	2019.10-2020.09
		(1) 栽植龙柏 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	12389	
		(2) 栽植木槿 (冠幅 120~160cm)	株	5733	
		(3) 栽植蜀桧 (株高 200cm、冠幅 80cm)	株	8532	
		(4) 栽植紫叶矮樱 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	2844	
		(5) 栽植紫叶李 (株高 200cm、冠幅 120cm)	株	1210	
		(6) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	3.86	
		3.路基边坡拱形骨架护坡绿化	hm²	1.12	2019.08-2020.04
		(1) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	1.12	

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
		4.路基征地线与排水沟之间的绿化	hm²	4.78	2019.09-2020.04
		(1) 栽植龙柏 (株高 160cm, 冠幅 120cm)	株	12417	
		(2) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	1774	
		(3) 栽植扶芳藤 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	10422	
		(4) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	4.78	
		5.土路肩绿化	hm²	3.59	2019.06-2019.11
		(1) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	3.59	
		6.边坡平台防护设计	hm²	0.18	2019.09-2020.04
		(1) 栽植扶芳藤 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	880	
		(2) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	940	
		(3) 栽植结缕草 (国家 I 级)	hm ²	0.18	
		7.锚杆护坡喷播植草	m	1560	2019.10-2020.05
		(1) 菱形镀锌网	m ²	38765	
		(2) 挖石方	m ³	998	
		(3) 挖土方	m ³	1670	
		(4) Φ28HRB 锚杆	kg	98851	
		(5) Φ20 锚杆	kg	21453	
		(6) 喷混生植物 (白三叶+结缕草混播)	hm ²	3.76	
		8.土质截水边沟绿化	hm²	0.14	2019.09-2019.10
		(1) 栽植连翘 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	735	
		(2) 栽植金银木 (株高 80cm, 冠幅 100cm)	株	630	
		(3) 栽植紫穗槐 (株高 100cm, 冠幅 100~120cm)	株	630	
		(4) 撒播结缕草 (国家 I 级)	hm ²	0.14	
	(三) 临时措施	1.编织袋装土拦挡	100m³	7.25	2018.03-07

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
		2.防尘网覆盖	100m ²	1350.00	2018.02-2019.05
		3.临时排水沟	m	5168	2018.06-2018.11
		(1) 土方开挖	100m ³	3.07	
		(2) 铺设塑料薄膜	100m ²	36.20	
二、桥涵工程区	(一) 工程措施	1.剥离、回填表土	100m ³	26.93	2018.02-05
		2.土地整治	hm ²	0.01	2019.04-06
		3.六棱空心砖植草防护(桥头防护)	m ²	9564	2018.11-2019.06
		(1) 六棱空心砖砂石垫层	100m ³	13.63	
		(2) C30 混凝土六棱块	100m ³	0.22	
		(3) C30 混凝土	100m ³	10.72	
		(4) C30 混凝土预制块	100m ³	4.24	
	(二) 植物措施	1.六棱空心砖内穴播植草	hm ²	0.01	2019.06
		(1) 栽植结缕草(国家 I 级)	hm ²	0.01	
	(三) 临时措施	1.防尘网覆盖	100m ²	13.50	2018.05-2019.04
		2 泥浆池	个	7	2018.06-2019.03
		(1) 临时泥浆池土方开挖	100m ³	5.25	
		(2) 临时泥浆池铺塑料薄膜	100m ²	6.65	
三、交叉工程区	(一) 工程措施	1.剥离、回填表土	100m ³	87.52	2018.02-07/2019.04-07
		2.土地整治	hm ²	3.25	2019.05-2019.11
	(二) 植物措施	1.交叉区内撒播种草	hm ²	3.25	2019.10-2020.11
		(1) 栽植结缕草(国家 I 级)	hm ²	3.25	
	(三) 临时措施	1.编织袋装土拦挡	100m ³	13.07	2018.03-2018.07
		2.防尘网覆盖	100m ²	25.00	2018.03-2019.05
四、养护工区	(一) 工程措施	1.剥离、回填表土	100m ³	35.93	2018.07-09/2019.05-06

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
		2.土地整治	hm²	0.73	2019.07
		3.排水工程	m	320	2019.04-07
		(1) 土方开挖	100m ³	0.61	
		(2) 土方回填	100m ³	0.46	
		(3) DN300 雨水管	m	320	
		4.排水顺接工程	个	1	2019.06
		(1) 排水顺接工程土方开挖	100m ³	0.52	
		(2) 排水顺接工程反滤层	100m ²	0.02	
		(3) 排水顺接工程 M7.5 浆砌片石	100m ³	0.11	
		5.铺设透水砖	100m²	27.47	2019.04-07
		6.雨水蓄水池	个	1	2019.03-05
		(1) 蓄水池土方开挖	100m ³	0.38	
		(2) 蓄水池预制混凝土盖板	100m ³	0.01	
		(3) C30 现浇混凝土	100m ³	0.19	
	(二) 植物措施	1.工区内绿化	hm²	0.73	2021.03-2021.05
		(1) 栽植雪松 (高度 4.0-4.5m、冠幅 1.8-2.0m)	株	16	
		(2) 栽植龙柏 (高度 2.5-3.0m、冠幅 1.0m)	株	30	
		(3) 栽植旱柳 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株	20	
		(4) 栽植白蜡 (胸径 7.0-8.0cm、高度 5.0m、冠幅 3.0m)	株	101	
		(5) 栽植国槐 (胸径 5.0-6.0cm、高度 3.0m、冠幅 3.0m)	株	101	
		(6) 栽植银杏 (胸径 5.0-6.0cm、高度 6.0m、冠幅 2.0m)	株	16	
		(7) 栽植金银木 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株	36	
		(8) 栽植红叶李 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.5-3.0m、冠幅 1.2-1.5m)	株	40	
		(9) 栽植木槿 (地径 5.0-6.0cm、高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株	40	

防治分区	措施类型	分部、单元工程	单位	工程量	实施时间
		(10) 栽植金银木 (高度 2.0m、冠幅 1.2m)	株	200	
		(11) 栽植小叶女贞球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株	75	
		(12) 栽植大叶黄杨球 (高度 1.2m、冠幅 1.0m)	株	60	
		(13) 栽植蔷薇	株	400	
		(14) 栽植小龙柏 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	株	80	
		(15) 栽植金叶女贞 (高度 0.4m、冠幅 0.25-0.3m)	m ²	80	
	(三) 临时措施	1.编织袋装土拦挡	100m ³	2.50	2018.07-2019.04
		2.防尘网覆盖	100m ²	73.35	2018.07-2021.04
五、施工便道区	(一) 工程措施	1.剥离、回填表土	100m ³	188.34	2018.02-04/2019.05-06
		2.土地整治	hm ²	9.42	2019.07-08
	(二) 植物措施	1.植被恢复撒播种草 (狗牙根+紫羊茅)	hm ²	9.42	2019.08-2020.05
	(三) 临时措施	1.编织袋装土拦挡	100m ³	6.80	2018.03-2018.08
		2.防尘网覆盖	100m ²	65.00	2019.04-2019.07
		3.临时排水沟	m	24663	2018.03-2018.07
		(1) 土方开挖	100m ³	92.50	
		4.临时沉沙池	个	1	2018.06
		(1) 土方开挖	100m ³	0.05	

4.4.2 水土保持措施防治效果

通过以上工程、植物和临时措施的实施，项目区水土流失得到基本控制，设计水平年土壤侵蚀模数为 $198\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，达到了小于北方土石山区容许土壤流失量 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 的要求；项目区域生态环境得到了明显改善，工程两侧路基浆砌片石加植草防护，形成了一条绿色长廊，达到了建成一处工程，形成一道景观、打造一片绿色长廊的目的；通过本工程是建成运行，区域交通十分便利，可大大提高区域经济发展和农民就业，对促进区域经济发展有极大的推动作用。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

S102 济青线章丘绕城段改建工程从 2018 年 5 月开始施工，由于先进行“四通一平”、路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、养护工区、施工便道等施工区扰动范围较为集中；随项目逐步开始全线路建设，对地表扰动范围逐渐加大，水土流失面积加大。至 2019 年 7 月，各项建设活动基本停止，累计扰动范围面积达最大，水土流失面积达到最大。根据现场监测调查，工程共扰动地表面积为 113.29hm²，产生水土流失面积 55.72hm²。项目施工期、试运行期各防治分区的水土流失面积详见表 5-1。

表 5-1 截止 2019 年 12 月各防治分区水土流失面积 单位：hm²

项 目	扰动面积 (hm ²)		合计	建筑物硬化及水面 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)
	永久占地	临时占地			
路基工程区	91.88		91.88	50.65	41.23
桥涵工程区	2.07		2.07	1.27	0.80
交叉工程区	8.12		8.12	4.87	3.25
养护工区	1.80		1.80	0.78	1.02
施工便道区		9.42	9.42	0.00	9.42
合计	103.87	9.42	113.29	57.57	55.72

5.2 土壤流失量

通过调查和类比工程，确定施工期和自然恢复期土壤侵蚀模数，再通过计算得到本工程土壤流失量。

委托监测工作时，主体工程已完工，建设期（2018 年 02 月~2019 年 07 月）和自然恢复期（2019 年 8 月~2022 年 7 月）土壤流失量通过调查获得。

1. 土壤侵蚀模数确定

原地貌土壤侵蚀模数，应根据土壤侵蚀模数等值线图等资料，结合实地调查综合分析确定，根据本项目建设特点，方案在利用土壤侵蚀模数等值线图的基础上，补充采用实地调查法和类比法相结合的方法。

（1）实地调查法：

实地调查法主要是对土地利用类型、水土保持设施进行调查统计，来辅助确定建设区土壤流失量本底值。

（2）类比法

类比法是选取与本项目建设类型相同或相似的建设项目,利用类比项目的水土流失强度实测值推导本项目各个时段土壤侵蚀模数的方法,类比工程要选择建设类型相同或相似,在地理位置、地形地貌、现状侵蚀情况、降雨资料、土壤状况、现状植被状况等水土流失影响因子相同或相似的工程。

本方案预测选定的类比项目为德商公路德州(鲁冀界)至夏津段工程(该项目已于2019年1月通过水土保持设施自主验收,并于2019年1月28日获得山东省水利厅关于该项目水土保持设施自主验收报备证明),可比性分析表详见表5-2。

表 5-2 类比工程情况与本项目比较表

项目	类比工程	本项目
工程名称	德商公路德州(鲁冀界)至夏津段工程	S102 济青线章丘绕城段改建工程
线路经过市县	德州市德城区、武城县和夏津县	济南市章丘区
工程工期	2013 年 10 月~2016 年 7 月	2018 年 2 月~2019 年 7 月
监测委托时间	2015 年 3 月	2021 年 1 月
监测单位	北京北林丽景生态环境规划设计院有限公司	山东琰翔工程咨询有限公司
工程类型	高速公路建设项目	一级公路建设项目
地形地貌	平原区	平原微丘区
降雨特征	平均降水量为 585.2mm	平均降水量为 600.8mm
植被类型	暖温带落叶阔叶林带	暖温带落叶阔叶林带
土壤类型	主要为潮土	主要为潮褐土
水土流失特征	以风力侵蚀为主,兼有水蚀,侵蚀强度以轻度侵蚀为主	以水力侵蚀为主,侵蚀强度以轻度侵蚀为主
占地类型	新建项目,占地类型主要为耕地	改建项目,占地类型主要为耕地、林地
土壤侵蚀背景值	原地貌侵蚀模数为 500t/(km ² ·a)	原地貌侵蚀模数为 800t/(km ² ·a)

本工程和类比工程均为公路建设项目,建设内容较为相似,但类比工程位于平原区,本工程位于低山丘陵区,且原地貌土壤侵蚀背景值不同,需要修正后使用。修正后本工程施工期侵蚀模数和自然恢复期侵蚀模数见表 5-3。

表 5-3 项目各分区不同时段监测土壤侵蚀模数一览表 单位: (t/km².a)

防治分区	扰动类型	施工期 2018 年-2019 年	自然恢复期 (2019 年-2022 年)
路基工程区	开挖、压占	2350	198
桥涵工程区	开挖、压占	2050	197
交叉工程区	开挖、压占	2055	198
养护工区	开挖、压占	1995	197
施工便道区	开挖	2325	200

2.施工期水土流失量 (2018 年 02 月~2019 年 07 月)

根据实际监测,项目施工期产生水土流失量 3935t,其中:路基工程区 3239t,桥涵工程区 64t,交叉工程区 250t,养护工区 54t,施工便道区 328t。路基工程区水土流失量占施工期总流失量的 82%,是本工程水土流失最多的区域。

本项目施工期各年度各防治分区水土流失情况见表 5-4~5-5,各防治分区水土流失量占总流失量比例见图 5-1。

表 5-4 2018 年度各防治分区水土流失情况表（施工期）

防治分区	占地面积 (hm ²)	2018 年（施工期，2018 年 02 月~12 月）						
		已扰动面积 (hm ²)	已扰动侵蚀模数 (t/km ² .a)	已扰动侵蚀量 (t)	未扰动面积 (hm ²)	未扰动侵蚀模数 (t/km ² .a)	未扰动侵蚀量 (t)	合计侵蚀量 (t)
路基工程区	91.88	91.88	2350	1986	0.00	800	0	1986
桥涵工程区	2.07	2.07	2050	39	0.00	800	0	39
交叉工程区	8.12	8.12	2055	153	0.00	800	0	153
养护工区	1.80	1.80	1995	33	0.00	800	0	33
施工便道区	9.42	9.42	2325	201	0.00	800	0	201
合计	113.29	113.29		2413	0.00		0	2413

表 5-5 2019 年度各防治分区水土流失情况表（施工期）

防治分区	占地面积 (hm ²)	2019 年（施工期，2019 年 01 月~07 月）						
		已扰动面积 (hm ²)	已扰动侵蚀模数 (t/km ² .a)	已扰动侵蚀量 (t)	未扰动面积 (hm ²)	未扰动侵蚀模数 (t/km ² .a)	未扰动侵蚀量 (t)	合计侵蚀量 (t)
路基工程区	91.88	91.88	2350	1252	0.00	800		1252
桥涵工程区	2.07	2.07	2050	25	0.00	800		25
交叉工程区	8.12	8.12	2055	97	0.00	800		97
养护工区	1.80	1.80	1995	21	0.00	800		21
施工便道区	9.42	9.42	2325	127	0.00	800		127
合计	113.29	113.29		1522	0.00		0	1522

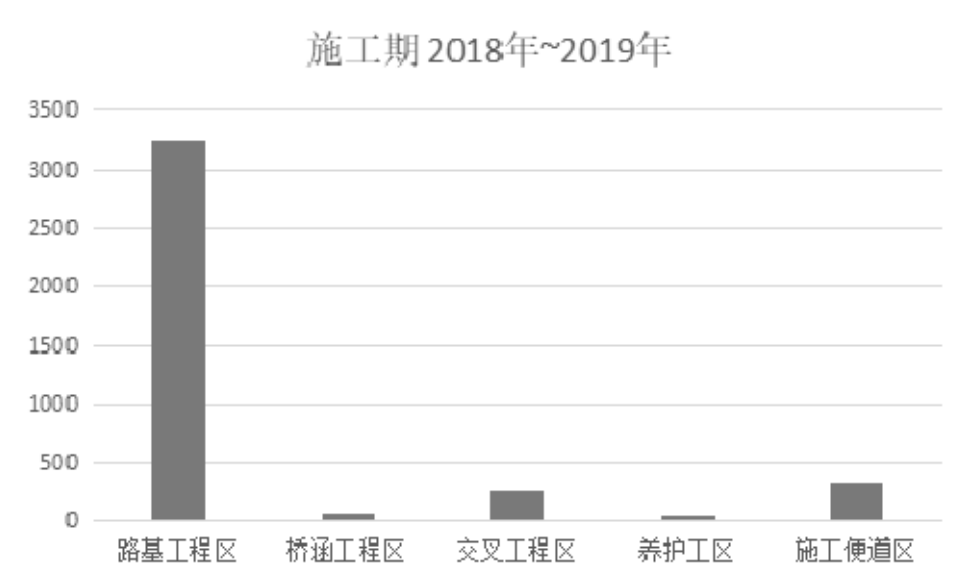


图 5-1 施工期各防治分区水土流失量占总流失量柱形图

3. 自然恢复期水土流失量（2019 年 8 月~2022 年 7 月）

项目自然恢复期产生水土流失量 251t，其中：路基工程区 171t，桥涵工程区 1t，交叉工程区 19t，养护工区 3t，施工便道区 57t，路基工程区水土流失量占自然恢复期总流失量的 88%，是自然恢复期水土流失最多的区域。

本项目自然恢复期各防治分区水土流失情况见表 5-7，各防治分区水土流失量占总流失量比例见图 5-2。

表 5-7 自然恢复水土流失情况表

防治分区	占地面积 (hm ²)	2019 年~2022 年（自然恢复期，2019 年 8 月~2022 年 7 月）		
		可蚀性面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量 (t)
路基工程区	91.88	28.75	198	171
桥涵工程区	2.07	0.01	197	1
交叉工程区	8.12	3.25	198	19
养护工区	1.80	0.73	197	3
施工便道区	9.42	9.42	200	57
合计	113.29	42.15		251

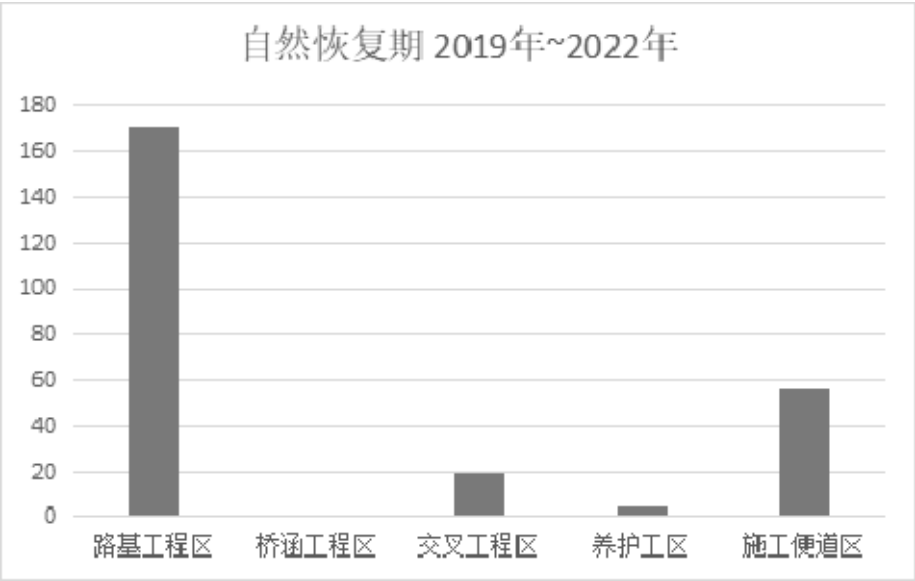


图 5-2 自然恢复期各防治分区水土流失量占总流失量柱状图

4.本工程土壤流失总量

综上，本工程土壤流失总量为 4186t，其中施工期 3935t，自然恢复期 251t，各防治分区中，路基工程区土壤流失最多。本项各防治分区土壤流失量统计表见表 5-8。

表 5-8 各防治分区水土流失情况统计表

防治分区	施工期	自然恢复期	合计
	2018 年~2019 年	2019 年~2022 年	
路基工程区	3239	171	3410
桥涵工程区	64	1	65
交叉工程区	250	19	269
养护工区	54	3	57
施工便道区	328	57	385
合计	3935	251	4186

5.3 水土流失危害

S102 济青线章丘绕城段改建工程在建设过程中未发生水土流失重大事件，没有对主体工程的安全、稳定和运营产生负面影响。

工程建设过程中,建设单位按照环评及相关批复文件的要求,施工营地远离保护区,生活垃圾由专人收集交由环卫部门集中处理,未对水源造成污染。施工活动控制在征地范围内,减少了对周边环境的影响。未破坏周边生态系统的结构和功能。

6 水土流失防治效果监测结果

根据本工程水土保持监测数据,计算各防治分区六大防治目标值,并与水土保持方案设计的各防治分区的六大防治目标值进行对比,分析防治目标达标情况。水土保持方案为本工程设定的六项防治目标见表 6-1。

表 6-1 批复的水土流失防治目标一览表

防治目标	施工期		设计水平年				
	标准规定	采用标准	标准规定	按降水量修正值	按土壤侵蚀强度修正后	按水保法修正	采用标准
扰动土地整治率 (%)	——	——	95				95
水土流失总治理度 (%)	——	——	95	+1			96
土壤流失控制比	0.7	0.7	0.8		≥1.0		1.0
拦渣率 (%)	95	95	95			+1	96
林草植被恢复率 (%)	——	——	97	+1			98
林草覆盖率 (%)	——	——	25	+1			26

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率指项目建设区内的扰动土地整治面积占扰动土地总面积的百分比。本工程在施工建设过程中实际扰动土地面积为 113.29hm²,实施水土保持工程防护措施面积 13.56hm²,实施水土保持植物措施面积 41.66hm²,建筑物及硬化占地面积 57.57hm²,总扰动治理面积为 62.71hm²。

因此,本工程扰动土地整治率=扰动土地整治面积 112.79hm²/实际扰动土地面积为 113.29hm²=99.6%,达到水土保持方案设计的水土流失防治目标。各分区扰动土地整治率详见表 6-2。

表 6-2 各防治分区扰动土地治理情况表

防治分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物、水面及硬化	水土流失面积	水土保持措施面积			扰动土地整治率
					工程措施	植物措施	小计	
路基工程区	91.88	91.88	50.65	41.23	12.48	28.43	40.92	99.7%
桥涵工程区	2.07	2.07	1.27	0.80	0.80	0.01	0.80	100.0%
交叉工程区	8.12	8.12	4.87	3.25		3.23	3.23	99.8%
养护工区	1.80	1.80	0.78	1.02	0.28	0.73	1.01	99.6%
施工便道区	9.42	9.42		9.42		9.27	9.27	98.4%
合计	113.29	113.29	57.57	55.72	13.56	41.66	55.22	99.6%

6.2 水土流失总治理度

水土流失总治理度指项目建设区的水土流失治理面积达标面积占水土流失总面

积的百分比。根据计算，本工程水土流失总面积 55.72hm^2 ，已治理的水土流失面积为 55.22hm^2 ，其中，实施水土保持工程措施面积 13.56hm^2 ，水土保持植物措施面积 41.66hm^2 。

本工程水土流失总治理度 = 水土保持措施面积 55.22hm^2 / 建设区水土流失总面积 $55.72\text{hm}^2 = 99.1\%$ ，达到水土保持方案设计的水土流失防治目标，见表 6-3。

表 6-3 各防治分区水土流失治理情况表

防治分区	项目建设区面积	扰动面积	建筑物、水面及硬化	水土流失面积	水土保持措施面积			水土流失总治理度
					工程措施	植物措施	小计	
路基工程区	91.88	91.88	50.65	41.23	12.48	28.43	40.92	99.2%
桥涵工程区	2.07	2.07	1.27	0.80	0.80	0.01	0.80	100.0%
交叉工程区	8.12	8.12	4.87	3.25		3.23	3.23	99.4%
养护工区	1.80	1.80	0.78	1.02	0.28	0.73	1.01	99.4%
施工便道区	9.42	9.42		9.42		9.27	9.27	98.4%
合计	113.29	113.29	57.57	55.72	13.56	41.66	55.22	99.1%

6.3 拦渣率

拦渣率与弃渣利用率是指项目建设区内采取措施实际拦挡或利用的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比。弃土弃渣量是指项目生产建设过程中产生的弃土、弃石、弃渣量，同时也包括临时弃土弃渣。计算公式如下：

$$\text{拦渣率}(\%) = \frac{\text{拦渣工程拦蓄的弃土(渣)等固体物资总量}}{\text{项目建设生产的弃土(渣)固体物质总量}} \times 100\%$$

本工程土石方挖、填总量为 185.30万 m^3 ，其中挖方 103.90万 m^3 （包括表土剥离 18.46万 m^3 、工程建设挖方 83.54万 m^3 、拆迁工程 1.90万 m^3 ）。填方 81.40万 m^3 （包括回填表土 18.46万 m^3 、工程建设回填 62.94万 m^3 ），借方 23.00万 m^3 。弃方 45.51万 m^3 。弃方包括两部分，一部分是工程建设开挖后剩余的石方 43.61万 m^3 ，一部分是工程拆迁产生的建筑垃圾 1.90万 m^3 ，其中石方外销给山东省大通公路工程有限责任公司做水稳碎石原材料进行综合利用，建筑垃圾运往横沟建筑渣土场。

综上，因开挖的石方综合利用，所以本工程建设产生的弃土（渣）量为 1.90万 m^3 ，表土堆放量为 18.46万 m^3 ，合计 20.36万 m^3 （ 27.48万 t ）经调查，弃方已综合利用，弃方运输过程中车辆采取围挡和苫盖措施，沿途撒漏情况较小。表土全部回填使用，堆

放期间采取了临时拦挡和覆盖措施，损失量较小。拦渣率为 27.24 万 t/27.48 万 t=99.1%。

拦渣率达到水土保持方案设计的水土流失防治目标。

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流失强度之比。项目区位于北方土石山区，容许土壤流失量为 $200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后项目建设区的年平均单位面积土壤流失量}} \times 100\%$$

由于区域内植被覆盖率较高，原地貌的土壤侵蚀强度主要为轻度侵蚀。根据实际调查，施工过程中的水土流失，主要发生于尚未实施措施的裸露地表、未采取防护的路基边坡、临时道路等区域。随着工程的进一步开展，监管措施的加强，具有水土保持功能工程的逐步落实，各项措施效益逐渐发挥，施工过程中的水土流失得到有效控制。根据走访、调查、并查阅相关资料，在施工期间未发生水土流失灾害，现场勘查也未发现严重水土流失现象。目前，具有水土保持功能的工程措施已基本完成，植物措施也基本完成，水土保持设施运行正常。

土壤流失控制比指项目建设区内允许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比。根据《土壤侵蚀分类分级标准》SL190-2007，本工程所在区域为容许土壤流失量为 $198\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，根据土壤流失监测结果，治理后的平均土壤侵蚀模数为 $199\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.0，达到水土保持方案设计的水土流失防治目标。

本期工程建成后，除去公路路面外，其两侧边坡均采取了工程措施和植物措施，便道区和施工生产生活区已恢复原地貌，土地进行了平整、复耕，因建设引起的水土流失也得到了有效治理，生态环境得到了恢复。

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。监测结果显示，建设单位既能按照批复的水土保持方案要求，又能结合当地自然条件，因地制宜布设林草措施。根据监测结果结合项目区土地利用情况调查，本工程项目建设区可恢复植被总面积为 42.15hm^2 ，已恢复植被面积 41.66hm^2 。

因此，本工程林草植被恢复率=已恢复植被面积 41.66hm^2 /可恢复植被总面积约为 $42.15\text{hm}^2=98.8\%$ ，达到水土保持方案设计的水土流失防治目标。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率=已恢复植被面积 41.66hm^2 /实际扰动土地面积 $113.29\text{hm}^2=36.8\%$ ，达到水土保持方案设计的水土流失防治目标。

各分区林草植被恢复率、林草覆盖率详见表 6-4。

表 6-4 项目区林草植被恢复情况表

防治分区	项目建设区面积	建筑物、水面及硬化	工程措施	可恢复植被面积	已恢复植被面积	林草植被恢复率	林草覆盖率
路基工程区	91.88	50.65	12.48	28.75	28.43	98.9%	30.9%
桥涵工程区	2.07	1.27	0.80	0.01	0.01	99.1%	0.3%
交叉工程区	8.12	4.87		3.25	3.23	99.4%	39.8%
养护工区	1.80	0.78	0.28	0.73	0.73	99.1%	40.5%
施工便道区	9.42			9.42	9.27	98.4%	98.4%
合计	113.29	57.57	13.56	42.15	41.66	98.8%	36.8%

6.7 水土流失防治效果

通过实际监测，本工程扰动土地整治率 99.6%，水土流失总治理度 99.1%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率 99.1%，林草植被恢复率为 98.8%，林草覆盖率为 36.8%。各项指标监测值均达到方案设计防治目标值。

本工程水土保持措施实施效果汇总表见表 6-5。

表 6-5 本工程水土保持措施实施效果评价指标汇总表

防治目标	方案设计目标	监测目标	实际达到值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	95	95	99.6	达标
水土流失总治理度 (%)	96	96	99.1	达标
水土流失控制比	1.0	1.0	1.0	达标
拦渣率	96	96	99.1	达标
林草植被恢复率 (%)	98	98	98.8	达标
林草植被覆盖率 (%)	26	26	36.8	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

S102 济青线章丘绕城段改建工程防治责任范围面积 113.29hm²，包括永久占地 103.87hm² 和临时占地 9.42hm²。项目施工过程中，优化施工工艺，将施工活动控制在征地范围内，减少了对周边环境的影响。

通过实际监测，本工程土石方挖、填总量为 185.30 万 m³，其中挖方 103.90 万 m³（包括表土剥离 18.46 万 m³、工程建设挖方 83.54 万 m³、拆迁工程 1.90 万 m³），填方 81.40 万 m³（包括回填表土 18.46 万 m³、工程建设回填 62.94 万 m³），借方 23.00 万 m³。借方来自于“蓝海领航智慧小镇项目”，属于综合利用土方（外购土），没有启用取土场。弃方 45.51 万 m³。弃方包括两部分，一部分是工程建设开挖后剩余的石方 43.61 万 m³，一部分是工程拆迁产生的建筑垃圾 1.90 万 m³，其中石方外销给山东省大通路工程有限责任公司做水稳碎石原材料进行综合利用，建筑垃圾运往横沟建筑渣土场，本工程不设置专用渣土场。

本工程水土流失主要发生在路基工程区，根据监测报告数据，本工程土壤流失总量为 4186t，其中施工期 3935t，自然恢复期 251t，各防治分区中，路基工程区土壤流失最多。

随着工程区域水土保持措施水保效益的逐渐增强，水土流失量已开始逐渐减少。本工程综合扰动土地整治率 99.6%，水土流失总治理度 99.1%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率 99.1%，林草植被恢复率为 98.8%，林草覆盖率为 36.8%。达到开发建设项目建设类一级防治标准。

7.2 水土保持措施评价

本项目完成的水土保持措施工程措施量有：路基工程区：①剥离表土 15.07 万 m³、回填表土 14.44 万 m³；②土地整治 31.08hm²；③排水工程 24894m，共开挖土方 5.05 万 m³、回填土方 0.24 万 m³、使用 C30 砼 2417m³、使用 C30 混凝土预制块 16588m³、铺设砂砾垫层 16771m³、使用防渗土工布 167623m²、敷设 DN300 雨水管 254m、DN1000 雨水管 2687m、DN1200 雨水管 916m；④修建中央分隔带排水 24096m，共开挖土方 3523m³、回填土方 865m³、设置纵向 Φ15 玻璃钢夹砂管 18332m、设置横向 Φ15 玻璃钢夹砂管 5690m、设置横向 Φ30 玻璃钢夹砂管 2221m、使用 C30 混凝土包封 5640m³、使用 M7.5 水泥砂浆 23m³、使用防渗土工膜 54630m²；⑤修建路基边坡浆砌石骨架 1020m，

其中挖方 3251m³、使用 C30 混凝土预制块 529m³、C30 混凝土基础 3762m³、C30 现浇混凝土 2411m³、碎石垫层 258m³；⑥设置排水顺接工程 8 处，其中土方开挖 8766m³、反滤层 38m²、使用 M7.5 浆砌块石 1116m³、培土方 169m³、使用 C30 混凝土 14m³、C30 砼预制块 23m³。桥涵工程区：①剥离表土 0.27 万 m³；②土地整治 0.01hm²；③桥头防护 9564m²，其中使用 C30 混凝土六棱块 22m³、C30 混凝土 1072m³、C30 混凝土预制块 424m³、砂石垫层 1363m³。交叉工程区：①剥离表土 0.88 万 m³、回填表土 0.97 万 m³；②土地整治 3.25hm²。养护工区：①表土 0.36 万 m³、回填表土 0.22 万 m³；②土地整治 0.73hm²；③设置排水工程 320m，其中土方开挖 61m³、土方回填 46m³、敷设 DN300 雨水管 320m；④设置排水顺接工程 1 处，其中土方开挖 52m²、反滤层 2m²、使用 M7.5 浆砌片石 11m³；铺设透水砖 2747m²；⑤设置雨水蓄水池 1 座，其中土方开挖 38m³、使用预制混凝土盖板 1m³、使用 C30 现浇混凝土 19m³。施工便道区：①剥离表土 1.88 万 m³、回填表土 2.83 万 m³；②土地整治 9.42hm²。

植物措施量有：路基工程区：①完成边坡植草绿化 22161m，共栽植灌木 33870 株、撒播草籽 12.57hm²；②中央分隔带绿化 4.93hm²，共栽植乔灌木 30708 株、撒播种草 3.86hm²；③拱形骨架护坡 1.12hm²，撒播种草 1.12hm²；④护坡道绿化 4.78hm²，共栽植灌木 24613 株、撒播种草 4.78hm²；⑤土路肩绿化 3.59hm²，撒播种草 3.59hm²；⑥边坡平台绿化 0.18hm²，共栽植灌木 1820 株、撒播种草 0.18hm²；⑦锚杆护坡工程 1560m，其中挖土方 1670m³、挖石方 998m³、使用菱形镀锌网 38765m²、使用 Φ28HRB 锚杆 98851kg、Φ20 锚杆 21453kg、喷混生植物 3.76hm²；⑧土质截水边沟绿化 0.14hm²，共栽植灌木 1995 株、撒播草籽 0.14hm²。桥涵工程区：六棱砖穴播植草 0.01hm²。交叉工程区：完成绿化 3.25hm²，共撒播植草 3.25hm²。养护工区：完成绿化 0.73hm²，共栽植乔灌木 1215 株、栽植绿篱 80m²。施工便道区：植被恢复措施 9.42hm²，共撒播种草 9.42hm²。

临时措施量有：路基工程区：①临时拦挡采用编织袋装土 725m³；②临时覆盖使用密目防尘网 135000m²；③设置坡面临时排水沟 5168m，其中土方开挖 307m³、铺设塑料薄膜 3620m²。桥涵工程区：①临时覆盖使用防尘网 1350m²；②设置泥浆池 7 处，其中土方开挖 525m³、使用塑料薄膜 665m²。交叉工程区：①临时拦挡采用编织袋装土 1307m³；②临时覆盖使用防尘网 2500m²。养护工区：①临时拦挡采用编织袋装土 250m³；②临时覆盖使用防尘网 7335m²。施工便道区：①临时拦挡采用编织袋装土 680m³；②临时覆盖使用防尘网 3450m²；③设置临时排水沟 24663m，共开挖土方 9250m³；④设

置临时沉沙池 1 个，共开挖土方 5m^3 。

本项目水土保持措施总体布局以工程措施为主，植物措施和土地整治措施为辅，工程措施、植物措施和土地整治措施有机结合，临时措施保证及时跟进，点、线、面上水土流失治理相互作用。充分发挥工程措施控制性和实效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，再利用植物措施和土地整治措施蓄水保土，保护新生地表，实现有效防治水土流失、绿化美化周边环境的目的。

7.3 存在问题及建议

部分边坡植被有枯死现象，应尽快做好补植措施，重新核查植被裸露区。

7.4 综合结论

(1) S102 济青线章丘绕城段改建工程主要建设内容包括路基工程、桥梁工程、交叉工程区、养护工区，另外开辟了施工便道。主体工程于 2018 年 2 月开工，2019 年 7 月主体工程完工，主体工程工期为 18 个月。2019 年 8 月至 2021 年 7 月为本工程施工责任缺陷期，责任缺陷期为 24 个月，缺陷期内完成部分绿化措施。水土保持工程工期为 2018 年 2 月至 2021 年 4 月，水土保持工程工期为 39 个月。

(2) 工程建设实际发生水土流失防治责任范围 113.29hm^2 ，扰动地表面积 113.29hm^2 ，造成水土流失面积 55.72hm^2 。

(3) 工程实际实施各类水土保持措施防护面积 55.22hm^2 ，其中工程措施防护面积 13.56hm^2 ，植物措施防护面积 41.66hm^2 ，建（构）筑物、硬化及水面面积 57.57hm^2 。

(4) 工程综合扰动土地整治率为 99.6%，水土流失总治理度 99.1%，土壤流失控制比为 1.0，拦渣率 99.1%，林草植被恢复率为 98.8%，林草覆盖率为 36.8%。各项指标监测值均达到方案设计防治目标值。

(5) 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）文件要求，按照生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分方法，对 S102 济青线章丘绕城段改建工程水土保持工作落实情况进行评价，经评定，本项目水土保持三色评价得分为 96 分，评价结论为“绿色”。详见附件“三色评价赋分表”。