

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程

水土保持监测总结报告

建设单位：安徽省交通控股集团有限公司永利高速公路项目办公室

监测单位：安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院

二〇一九年七月





生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书 (正本)

单位名称：安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院（安徽省水利工程质量检测中心站）

法定代表人：崔德密

单位等级：★★★★（4星）

证书编号：水保监测（皖）字第0003号

有效期：自2018年1月1日至2020年12月31日

发证机构：



发证时间：2018年1月1日

单位地址：安徽省合肥市高新区红枫路55号

邮政编码：230088

联系人：夏小林

联系电话：0552-3053687/0551-65771159

传 真：0551-65869459/0552-3056046

项目名称	济南至祁门高速公路永城至利辛段工程		
建设单位	安徽省交通控股集团有限公司		
监测单位	安徽省(水利部淮河水利委员会)水利科学研究院		
审 定		崔德密	
监测项目部	总监测工程师	夏小林	
	专业监测工程师	朱昊宇	
报告编写		朱昊宇	
参加监测人员		刘旦旦	
		张 卫	

目 录

前 言.....	1
1 建设项目及水土保持工作概况.....	1
1.1 建设项目概况.....	1
1.1.1 项目基本情况.....	1
1.1.2 项目区概况.....	6
1.2 水土流失防治工作情况.....	10
1.2.1 建设单位水土保持管理情况.....	10
1.2.2“三同时”制度落实情况.....	11
1.2.3 监测成果报送情况.....	11
1.2.4 设计和施工变更及报备情况.....	11
1.3 监测工作实施情况.....	13
1.3.1 监测实施方案执行情况.....	13
1.3.2 监测项目部设置.....	14
1.3.3 监测点布设.....	16
1.3.4 监测设施设备.....	18
1.3.5 监测技术方法.....	18
1.3.6 监测过程成果提交情况.....	19
1.3.7 水土保持监测意见及落实情况.....	20
1.3.8 重大水土流失危害事件处理情况.....	20
2 监测内容和方法.....	21
2.1 扰动土地情况.....	21
2.2 弃土及临时堆土情况.....	21
2.3 水土保持措施实施及效果.....	21
2.4 水土流失情况.....	22
3 重点对象水土流失动态监测.....	23
3.1 防治责任范围监测.....	23
3.1.1 水土流失防治责任范围.....	23
3.1.2 建设期扰动土地面积.....	26
3.2 土石方流向及取弃土情况监测结果.....	28
4 水土流失防治措施监测结果.....	36
4.1 工程措施监测结果.....	36
4.1.1 水土保持方案设计.....	36
4.1.2 实际完成.....	37
4.1.3 对比分析.....	38
4.2 植物措施监测结果.....	40
4.2.1 水土保持方案设计.....	40
4.2.2 实际完成.....	40
4.2.3 对比分析.....	42
4.3 临时防护措施监测结果.....	46
4.3.1 水土保持方案设计.....	46
4.3.2 实际完成.....	46
4.3.3 对比分析.....	48

4.4 水土保持防治效果.....	50
5 土壤流失情况监测.....	51
5.1 水土流失面积.....	51
5.2 土壤流失量.....	52
5.2.1 降雨数据观测.....	52
5.2.2 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定.....	53
5.2.3 土壤流失量.....	56
5.3 取弃土场潜在土壤流失量.....	59
5.4 水土流失危害.....	59
6 水土流失防治效果监测结果.....	60
6.1 扰动土地整治率.....	60
6.2 水土流失总治理度.....	61
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	61
6.4 土壤流失控制比.....	61
6.5 林草植被恢复率、林草覆盖率.....	62
6.6 水土流失防治效果.....	63
7 结论.....	64
7.1 水土流失动态变化.....	64
7.2 水土保持措施评价.....	64
7.3 存在问题及建议.....	65
7.4 综合结论.....	65

附 件

- 附件 1 项目立项文件
- 附件 2 项目水土保持方案批复文件（含变更）
- 附件 3 项目取土场用地移交协议
- 附件 4 工程现场监测照片
- 附件 5 项目区历史遥感影像
- 附件 6 监测季报

附 图

- 附图 1 工程水土保持监测分区及监测点位布设图
- 附图 2 工程水土保持防治责任范围图
- 附图 3 工程取土场分布图

前 言

由安徽省交通控股集团有限公司投资建设的济南至祁门高速公路永城至利辛段工程位于淮北市濉溪县，亳州市涡阳县、蒙城县、利辛县境内，是安徽“四纵八横”高速公路网中“纵三”部分，是“十二五”规划通车项目之一，是亳州等沿线地区的快速交通要道，同时承担着部分河南等方向通往长三角地区的交通出行任务。本工程路线总体走向为由北往南，起点位于淮北市濉溪县岳集西，接泗洪至许昌高速公路淮北段，经亳州市石弓西、龙山东，高炉镇以东的王老家东、前李楼西、单集东、西阳镇西，至望瞳镇东南侧与宁洛高速公路界阜蚌段形成枢纽互通，路线全长 71.697km，设计行车速度 120km/h，路基宽度 27m。全线共建设互通立交 4 处，特大桥 1 座，大桥 4 座，中小桥 39 座，分离立交桥 46 座，车行天桥 3 座，涵洞通道 304 座，服务区 2 处，匝道收费站 3 处，管理处 1 处，养护工区 2 处。项目由路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、沿线设施区、取（弃）土（渣）场区、施工营地区和施工道路区共七个区域组成。

本工程于 2013 年 9 月 10 日正式开工，至 2015 年 11 月 20 日竣工。水土保持工程同步开工建设。工程共扰动地表面积为 857.64hm²，其中永久占地 410.69hm²，临时占地 446.95hm²。本项目建设期挖方 94.03 万 m³（含表土剥离 62.97 万 m³），填方 1054.45 万 m³（含表土回覆 70 万 m³），外借土方 960.42 万 m³（含表土 7.03 万 m³），无弃方，开挖的表土主要用于后期道路沿线绿化覆土和临时占地的复耕用土。

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程于 2015 年 11 月 20 日竣工投产。工程竣工后，建设单位及时组织了水土保持分部工程和单位工程的竣工验收。建设单位成立了水土保持工作小组开展日常水土保持设施运营维护工作。2019 年 6 月，建设单位委托安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院开展水土保持补充监测工作。监测单位利用遥感影像技术分析、实地勘测、查阅资料、调查走访等方式对项目工程进行补充监测，并于 2019 年 7 月形成《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测总结报告》。

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标					
项目名称	济南至祁门高速公路永城至利辛段工程				
建设规模	71.697km 四车道高速公路，设计行车速度 120km/h	建设单位、联系人	安徽省交通控股集团有限公司 杨书年/18705515875		
		建设地点	淮北市濉溪县，亳州市涡阳县、蒙城县、利辛县		
		所属流域	淮河流域		
		工程总投资	47.9 亿元		
		工程总工期	2013 年 9 月 10 日至 2015 年 11 月 20 日		
水土保持监测指标					
监测单位	安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院		联系人及电话	夏小林/05523053687	
自然地理类型	北方土石山区		防治标准	建设类III级	
监测内容	监测指标	监测方法（设施）		监测指标	监测方法（设施）
	1.水土流失状况监测	遥感影像分析、资料分析		2.防治责任范围监测	实地量测、资料分析 航空和遥感监测
	3.水土保持措施情况监测	实地量测 资料分析		4.防治措施效果监测	实地量测、资料分析
	5.水土流失危害监测	实地调查 资料分析		水土流失背景值	150~180t/km ² ·a
方案设计防治责任范围	988.24hm ²		容许土壤流失量	200t/km ² ·a	
水土保持监测费	35.70 万元		水土流失目标值	<200t/km ² ·a	

续表 济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测特性表

		防治分区		工程措施		植物措施		临时措施		
		防治分区	工程措施	植物措施	临时措施					
防治措施	路基工程区	表土剥离 44.85 万 m ³ 、表土回覆 51.88 万 m ³ 、土地整治 88hm ² 、护坡 38008m ³ 、排水沟 110839m、集水盲沟 67.72km、集水井 200 个	边坡草灌混植 567452m ² 、栽植灌木 51395 株、撒播草籽 37808m ²	临时排水沟 20000m、临时沉沙池 130 座、临时苫盖 350000m ²						
	桥涵工程区	护坡 60m ³	边坡草灌混植 20000m ²	临时沉沙池 30 座、围堰拆除 100000m ³						
	交叉工程区	表土剥离 5.98 万 m ³ 、表土回覆 5.98 万 m ³ 、土地整治 52hm ² 、护坡 10433m ³ 、排水沟 41406m、集水盲沟 0.42km、集水井 70 个	边坡草灌混植 179474m ² 、栽植乔木 1192 株、栽植灌木 1596 株、撒播草籽 32769m ²	临时排水沟 3000m、临时苫盖 50000m ²						
	沿线设施区	表土剥离 2.69 万 m ³ 、表土回覆 2.69 万 m ³ 、土地整治 6hm ² 、护坡 1425m ³ 、排水沟 13753m、集水盲沟 5km、集水井 25 个	边坡草灌混植 34504m ² 、栽植灌木 1239 株	临时排水沟 3000m						
	取(弃)土(渣)场区	表土剥离 7.03 万 m ³ 、土地整治 35hm ²	栽植乔木 3000 株、撒播草籽 35m ²	临时排水沟 20000m						
	施工营地区	表土剥离 4.72 万 m ³ 、表土回覆 4.72 万 m ³ 、土地整治 55.08hm ²	栽植乔木 2000 株	临时排水沟 10000m、临时沉沙池 20 座、碎石压盖 20000m ³						
	施工道路区	表土剥离 4.73 万 m ³ 、表土回覆 4.73 万 m ³ 、土地整治 52.65hm ²	栽植乔木 2600 株、撒播草籽 10m ²	临时排水沟 85000m						
	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			90	99.70	防治措施面积	311.65 hm ²	永久建筑物及硬化面积	543.40 hm ²	扰动土地总面积	857.64 hm ²
水土流失总治理度			82	99.18	防治责任范围面积	857.64hm ²	水土流失总面积	314.24hm ²		
拦渣率			90	98	工程措施面积	116.65hm ²	容许土壤流失量	200t/km ² ·a		
土壤流失控制比			1.0	1.55	植物措施面积	195.00hm ²	监测土壤流失情况	129t/km ² ·a		
林草植被恢复率			92	98.69	可恢复林草植被面积	197.59hm ²	林草类植被面积	195.00hm ²		
林草覆盖率			17	22.74	实际拦挡弃渣量(临时)	99.04 万 m ³	总弃渣量(临时)	101.06 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

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程位于淮北市濉溪县，亳州市涡阳县、蒙城县、利辛县境内。



图 1-1 项目地理位置图

(2) 工程简况

项目名称：济南至祁门高速公路永城至利辛段工程

建设性质：新建

建设单位：安徽省交通控股集团有限公司

建设地点：淮北市濉溪县，亳州市涡阳县、蒙城县、利辛县

建设规模：四车道高速公路 71.697km，设计行车速度 120km/h

工程占地：工程总占地面积 857.64hm²，其中永久占地 410.69hm²，临时占地 446.95hm²；原占地类型主要为耕地，工程建设扰动占用的耕地面积为 810.07hm²。

土石方：本项目建设期挖方 94.03 万 m³（含表土剥离 62.97 万 m³），填方 1054.45 万 m³（含表土回覆 70 万 m³），外借土方 960.42 万 m³（含表土 7.03 万 m³），无弃方，剥离的表土主要用于后期道路沿线绿化覆土和临时占地的复耕用土。

投资情况：项目总投资 47.90 亿元，其中建安工程投资 33.26 亿元。

建设工期：本工程于 2013 年 9 月 10 日开工，2015 年 11 月 20 日完工。

表 1-1 济南至祁门高速公路永城至利辛段工程组成及技术指标

一、项目基本情况												
项目名称		济南至祁门高速公路永城至利辛段工程										
建设地点		淮北市濉溪县，亳州市涡阳县、蒙城县、利辛县										
建设单位		安徽省交通控股集团有限公司										
所在流域		淮河流域										
工程性质		新建		建设期		2013年9月10日至2015年11月20日						
总投资		47.90亿元		建安工程投资		33.26亿元						
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						
主线工程	路基工程区	249.32		0		249.32		线路总长 71.697km，路基宽度 27m				
	桥涵工程区	9.76		0		9.76		特大桥 1 座，大桥 4 座，中小桥 39 座，涵洞 164 道				
	交叉工程区	124.67		0		124.67		分离式立交桥 46 座，互通立交 5 座，人行、车行通道 140 道				
	沿线设施区	26.94		0		26.94		服务区 2 处，匝道收费站 2 处，管理处 1 处，养护工区 2 处				
取（弃）土（渣）场区		0		331.28		331.28		全线共计 58 处取土坑；其中 07 标 7B-4#、7B-5# 两处取土坑为中疃集互通取土坑，位于已征地范围内，不重复计列面积				
施工营地区		0		57.80		57.80		项目部、拌合站、预制场、工人驻地场地等共 17 处				
施工道路区		0		57.87		57.87		改建和新建施工道路总长 89029m，道路均宽 6.5m				
合计		410.69		446.95		857.64						
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	
	一般土方	表土剥离	一般土方	表土回覆	数量	来源	数量	去向	取土	购土	弃方	去向
主体工程	27.06	53.52	980.45	60.55					960.42			
施工营地区	3.00	4.72	3.00	4.72								
施工道路区	1.00	4.73	1.00	4.73								
合计	31.06	62.97	984.45	70.00					960.42			

表 1-2 济南至祁门高速公路永城至利辛段施工道路情况一览表

序号	名称	位置	长度 (m)	面积 (hm ²)	恢复情况
1	路基纵向施工便道	路基一侧	83906	54.54	复耕、绿化 或地方利用
2	1B-1#取土场施工道路	K0+500 右侧	40	0.03	复耕
3	1B-2#取土场施工道路	SSK49+150 右侧	645	0.42	地方利用
4	1B-3#取土场施工道路	K1+745 左侧	75	0.05	复耕
5	1B-4#取土场施工道路	K3+520 左侧	45	0.03	地方利用
6	1B-5#取土场施工道路	K5+200 左侧	90	0.06	复耕
7	1B-6#取土场施工道路	K5+855 左侧	113	0.07	复耕
8	1B-7#取土场施工道路	K6+700 左侧	173	0.11	复耕
9	1B-8#取土场施工道路	K8+750 右侧	28	0.02	复耕
10	2B-3#取土场施工道路	K10+630 右侧	76	0.05	地方利用
11	2B-4#取土场施工道路	K11+600 右侧	95	0.06	复耕
12	2B-5#取土场施工道路	K14+200 右侧	278	0.18	复耕
13	2B-6#取土场施工道路	K16+040 左侧	250	0.16	地方利用
14	2B-8#取土场施工道路	K20+300 右侧	34	0.02	复耕
15	2B-9#取土场施工道路	K21+300 左侧	75	0.05	复耕
16	3B-1#取土场施工道路	K23+400 左侧	176	0.11	地方利用
17	3B-2#取土场施工道路	K24+660 左侧	73	0.05	地方利用
18	3B-3#取土场施工道路	K25+170 左侧	65	0.04	地方利用
19	3B-4#取土场施工道路	K26+300 左侧	50	0.03	地方利用
20	3B-5#取土场施工道路	K27+300 右侧	73	0.05	复耕
21	3B-6#取土场施工道路	K28+300 左侧	76	0.05	复耕
22	3B-7#取土场施工道路	K29+100 左侧	191	0.12	地方利用
23	3B-8#取土场施工道路	29+800 左侧	125	0.08	复耕
24	3B-10#取土场施工道路	K32+750 左侧	20	0.01	复耕
25	4B-1#取土场施工道路	K34+950 左侧	147	0.1	地方利用
26	4B-2#取土场施工道路	K35+830 右侧	125	0.08	复耕

续表 1-2 济南至祁门高速公路永城至利辛段施工道路情况一览表

序号	名称	位置	长度 (m)	面积 (hm ²)	恢复情况
27	4B-4#取土场施工道路	K38+900 右侧	46	0.03	绿化
28	4B-5#取土场施工道路	K40+800 右侧	180	0.12	复耕
29	4B-6#取土场施工道路	K41+950 左侧	97	0.06	复耕
30	4B-7#取土场施工道路	K42+850 右侧	40	0.03	复耕
31	路基 4 标项目部、拌合站施工道路	K45+000 右侧	40	0.03	复耕
32	5B-1#取土场施工道路	K45+780 右侧	100	0.07	复耕
33	路基 5 标项目部、拌合站施工道路	K45+800 左侧	190	0.12	复耕
34	5B-2#取土场施工道路	K46+410 右侧	80	0.05	复耕
35	5B-3#取土场施工道路	K48+450 右侧	40	0.03	复耕
36	5B-4#取土场施工道路	K49+800 左侧	20	0.01	复耕
37	5B-5#取土场施工道路	K50+500 左侧	59	0.04	复耕
38	5B-9#取土场施工道路	K55+200 右侧	70	0.05	复耕
39	6B-1#取土场施工道路	K55+880 左侧	112	0.07	复耕
40	6B-2#取土场施工道路	K58+260 左侧	80	0.05	地方利用
41	6B-3#取土场施工道路	K59+500 右侧	95	0.06	复耕
42	6B-5#取土场施工道路	K62+170 右侧	66	0.04	复耕
43	6B-7#取土场施工道路	K64+370 右侧	84	0.05	地方利用
44	6B-8#取土场施工道路	K66+180 右侧	173	0.11	复耕
45	路基 6 标项目部、拌合站施工道路	K67+450 右侧	110	0.07	复耕
46	7B-1#取土场施工道路	K68+900 右侧	84	0.05	复耕
47	7B-2#取土场施工道路	K70+300 左侧	79	0.05	复耕
48	7B-3#取土场施工道路	K71+400 右侧	140	0.09	复耕
合计			89029	57.87	

1.1.2 项目区概况

(1) 地形地貌

本项目位于安徽省亳州市东部地区，公路范围位于黄淮海平原南部，属平原地带，地形平坦开阔，总的地势是西北高，东南低，海拔 26.5—34.5m，坡降约 1/7000。仅东北部分布龙山、狼山等石灰岩残丘。由于降雨、河流的侵蚀作用和人类的长期活动及近代黄泛影响，平原地区又有不同的微域地貌，呈大平小不平的特点。地貌类型大体上可分为 3 种类型，即台地、残丘和平原，其中平原面积占到 99%。

(2) 工程地质

本项目所在区域在地质构造上位于昆仑——秦岭纬向构造带东段北东向新华夏系第二隆起带。项目区域第四系沉积物发育。其下隐伏有寒武系、奥陶系、石炭系和二叠系地层。涡河以北，有零星山丘出露，属寒武系，由灰岩和泥岩构成。由于构造运动差异，第四系厚度各地有所不同，涡河以北 70 至 600m，北部较薄，南部较厚；涡河以南大于 200m。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2001)，项目区域地震动峰值加速度为 0.05g，对应地震烈度 VI 度，地震活动较少，烈度较轻，适宜高速公路的建设。

项目区域地下水资源丰富。浅层含水岩组有两个含水层，一层约在 5~20m，另一层约在 30~50m。浅层地下水运动以垂直交替为主，侧向径流极其微弱，属“入渗蒸发型”。

项目区内新构造运动不强，地质构造稳定，适宜修建高等级公路；公路选线区域位于淮北平原，工程地质条件较简单；主要土质为耕植土、低液限粘土，可以作为路基填土；沿线软（弱）土主要分布于天然河流河床内及附近，呈狭窄条带状，厚度不大，可采用桥梁跨越；公路区域内总体工程地质条件较好，不良地质现象不发育。

(3) 气象水文

① 气象

项目区地处淮北平原，属暖温带半湿润大陆性气候，四季分明，气候温和，雨量适中，日照充足，无霜期长。冬季受西北利亚冷高压控制，多北风，气候晴燥，雪雨稀少；春季北方冷高压渐退，太平洋副热带高压渐增、多东风，气温回暖快、降水逐渐增多；夏季受副热带高压控制、多南风，炎热多雨；秋季副热带高压减退，北方冷高压增强，多北风，气温降低，降水减少。

根据项目区内涡阳和利辛气象站实测资料统计，项目区多年平均气温为 14.6℃~14.8℃，≥10℃积温 5405℃~5424℃，降水量 809.3mm~844.2mm。20 年一遇最大 24h 暴雨量为 212mm~218.9mm，主导风向为 ENE，多年平均风速为 3.4m/s~3.6m/s。最大冻土深度 15cm。

表 1-3 项目区主要气象特征值一览表

项目	内容		单位	数值
气温	平均	全年	℃	14.6~14.8
降水	平均	多年	mm	809.3~844.2
	最大 24 小时	20 年一遇	mm	212~218.9
风速	年均		m/s	3.4~3.6
风向	主导风向			ENE
冻土深度	最大		cm	15

②水文

项目区域地表水系较为发育，河渠纵横交错，水网密布，均属淮河水系。沿线较大的河流自北向南有包河、北淝河、涡河、阜蒙新河等，同时，区内干渠及其配套的人工沟渠纵横交错，与自然河流一起构成了区内发达的地表水系。

涡河：是项目区域内的主干河流。源出河南省通许县大青岗，自亳州市西北入境，流经亳州、涡阳、蒙城中部，从蒙城县白杨林场东北出境；亳州市境内河道里程 172km，流域面积 4200km²。经城父寨七里桥入涡阳县境，涡县境内河段长 66km。河道断面：上宽约 230~250m，底宽约 50~100m，河深约 13~15m，最大泄洪流量为 2500m³/s，达 20 年一遇排涝标准。涡河属雨源型河道，其水位、流量、含沙量均受流域内降雨量的直接影响。年最高水位、最大流量和含沙量多出现于 6~9 月，枯水期和最小含沙量多出现于冬季和春季。

根据《安徽省内河航运发展规划（2005--2020 年）》，涡河亳州戴桥至蒙城闸段按 500t 级标准建设蒙城、涡河复线船闸，按 IV 级标准整治航道。本项目经涡阳县东南西阳镇附近跨越涡河，桥梁标高按照 IV 级通航标准设计。

包河：古称泡河，清称苞河。发源于河南省商丘市西北之尚楼村，东南向，流经商丘、亳州、永城，至宿县临涣集入浍河。亳州境内河段长 26km。河道断面：上宽约 30~50m，底宽 19~24m，深 4m，排涝标准为 3 年一遇，除涝面积 9 万亩。

本项目经涡阳县石弓镇西南侧跨越包河，该段包河为不通航河道。

北淝河：位于涡河之北，与涡河平行走向，流经涡阳、蒙城两县，长约 52.8km，流域面积 801km²。北淝河的支流有 25 条，较大的有殷家河、蒋湾沟和凤凰沟等。

阜蒙新河：阜蒙河全长 90km，是人工开挖的阜阳至蒙城的河流，贯穿利辛、蒙城。马店至蒙城长约 45.05km，为规划VI级航道。具体见图 1-2。



图 1-2 项目区河流水系图

(4) 土壤植被

项目区土壤主要为潮土类。植被属华北植物区系，地带性植被为暖温带落叶阔叶林。人工植被有栽培的乔灌和农作物，天然植被以草本为主。林草植被覆盖率约为 16.7%。

木本植物主要有桑、刺槐、榆、椿、梧桐、柳、楸、毛白杨、皂角、野柿等。草本植物主要有狗尾草、扁蓄草、稗子、大蓟、小蓟、蒲草、芦苇等。农田植被以小麦为主，其次是大豆、山芋、玉米、棉花，此外还种植油菜、芝麻、花生等油料作物和各类瓜菜。

(5) 社会经济概况

1) 濉溪县

濉溪县位于安徽省北部，全县辖 11 个乡镇和一个省级经济开发区，面积 1987km²，人口 108.7 万，其中农业人口 93.7 万人，耕地 166.52 万亩。2018 年，濉溪县实现地区生产总值 341.9 亿元，增长 7.1%。其中，第一产业增加值 43.4 亿元，增长 1.8%；第二产业增加值 176.3 亿元，增长 8.6%；第三产业增加值 122.2 亿元，增长 7.2%。按常住人口计算，人均地区生产总值 32313 元。三次产业结构为 12.7:51.6:35.7。全年新增城镇就业 14734 人，新增私营企业 1765 户，新增个体工商户 6984 户。

2) 涡阳县

涡阳县位于安徽省西北部，全县国土面积 2107km²，辖 4 个街道 20 个乡镇、1 个林场。人口 148.1 万人，其中农业人口 132.8 万人，耕地 197.6 万亩。2018 年，涡阳县实现地区生产总值 208 亿元；完成财政收入 15.9 亿元；规模工业增加值 58.5 亿元；固定资产投资 120 亿元；城镇居民可支配收入 1.99 万元；农村居民可支配收入 9124 元。

3) 蒙城县

蒙城县位于安徽省西北部，全县辖 15 个乡镇、2 个办事处、1 个工业园区和 1 个林场。国土面积 2091km²，人口 127.4 万，其中农业人口 112.1 万人，耕地面积 220 万亩。2018 年，蒙城县实现地区生产总值（GDP）235 亿元，财政收入 24.3 亿元，规模工业增加值 47 亿元，固定资产投资 188 亿元，社会消费品零售总额 105 亿元，实际利用外资 16300 万美元，进出口总额 6000 万美元，城镇常住居民人均可支配收入 25284 元，农村常住居民人均可支配收入 10953 元。

4) 利辛县

利辛县位于亳州市东南部，国土面积 1950km²，全县辖 23 个乡镇、361 个村居民委员会，耕地 11.60 万公顷，全县总人口 154 万人，其中农业人口占 93.74%。2018 年，利辛县全年地区生产总值 215.1 亿元，人均地区生产总值 17403 元（按常住人口 123.6 万人计算），折合 2577 美元。

(6) 水土流失与水土保持概况

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》，项目区不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据《安徽省人民政

府关于划定省级水土流失重点预防区和重点治理区的通告》，项目所在区域不涉及省级重点预防区或重点治理区。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中土壤侵蚀强度分类分级标准，项目区所属土壤侵蚀类型为北方土石山区，土壤侵蚀强度以微度为主，侵蚀类型以水力侵蚀为主，表现形式主要为面蚀，其次为沟蚀，水土流失容许值为 200t/km² a。根据 2015 年最新公布的水土保持普查数据，项目区涉及行政区水土流失情况见表 1-4。

表 1-4 项目区涉及行政区水土流失情况表 (km²)

地名	国土总面积	水蚀面积	水蚀强度				
			轻度	中度	强烈	极强	剧烈
濉溪县	1987	1.95	1.51	0.40	0.03	0.01	0.00
涡阳县	2107	0.28	0.23	0.05	0.00	0.00	0.00
蒙城县	2091	3.07	2.15	0.73	0.19	0.00	0.00
利辛县	1950	2.26	1.92	0.28	0.06	0.00	0.00

注：数据来源于安徽省水利普查

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《中华人民共和国环境保护法》、《建设项目环境保护管理条例》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，调查处理工程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：合理选择取、弃土场，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：施工驻地生活污水、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，避免在规定的区域外随意行驶，以减缓由大量施工车辆造成的不良影响。

植被和景观恢复：工程占地范围内包括道路中央分隔带、公路两侧、互通立交区及服务区等区域的绿化由建设单位统一规划并实施植被恢复。

固体废物处置：施工驻地生活垃圾集中堆置，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，施工场地等大临设施设置尽量考虑永临结合，以节省用地。严格按照经省国土厅组织评审后的土地复垦方案办理土地复垦工作和交验手续，较好的实现节约用地目标。

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，项目前期筹备工作中进行了可研、初步设计和施工图报告的编制工作，并委托安徽省金源水利水电咨询有限公司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；水土保持工程与主体工程同时投入使用。

1.2.3 监测成果报送情况

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程于 2013 年 9 月 10 日开工，2015 年 11 月 20 日竣工。工程竣工后，建设单位及时组织了分部分项工程和单位工程的竣工验收。建设单位成立了水土保持工作小组开展水土保持设施日常运营维护工作。建设单位委托安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院开展水土保持补充监测工作。监测单位利用遥感影像技术分析、实地勘测、查阅资料、调查走访等方式对项目工程进行补充监测，于 2019 年 7 月形成《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测总结报告》。

1.2.4 设计和施工变更及报备情况

（1）工程设计过程

2007 年 12 月安徽省交通运输厅组织启动了济祁高速前期方案研究的工作，并要求先期开展本项目砀山段和永城至利辛段的前期研究工作。

2010 年 2 月交通运输厅下发了《关于开展和推进济宁至祁门高速公路安徽段前

期工作的通知》，要求开展并加快推进济祁高速公路全线前期研究工作的进程。

2010年6月7日，安徽省人民政府以《关于加快交通运输基础设施建设的意见》（皖政〔2010〕44号）批准本项目立项。

2010年12月，安徽省交通规划设计研究院完成预可行性研究。

2010年8月，安徽省交通投资集团有限责任公司于委托安徽省金源水利水电咨询有限公司编制《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持方案报告书》。编制单位于2010年12月完成了《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持方案报告书》（送审稿）。2010年12月17日，安徽省水利厅在合肥组织召开了该报告书评审会，会议成立了专家组，并形成了评审意见。编制单位于2010年12月完成本项目水土保持方案的报批稿。2011年1月28日，安徽省水利厅以《关于济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持方案报告书的批复》（皖水保〔2011〕46号）对该工程水保方案进行了批复。

2011年7月22日，工程路线方案发生调整。安徽省金源水利水电咨询有限公司于2011年8月编制完成调整路线后的《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持方案报告书》。2011年9月8日，安徽省水利厅以《关于济南至祁门高速公路永城至利辛段工程线路调整水土保持方案补充报告的批复》（皖水保函〔2011〕1097号）批复了本项目线路调整后的水土保持方案。

2012年7月12日，安徽省发展和改革委员会以皖发改基础函〔2012〕735号批复了本项目可行性研究报告。

2012年9月3日，安徽省环境保护厅以皖环函〔2012〕971号批复了本项目环评报告书。

2012年9月11日，安徽省发展和改革委员会以皖发改设计函〔2012〕980号批复了本项目初步设计。

2013年3月31日，安徽交通运输厅以皖交建管函〔2013〕71号批复了本项目施工图设计。

2013年8月12日，国土资源部以国土资函〔2013〕570号批复了本项目建设用地。

2013年12月10日，安徽交通运输厅批复了本项目的施工许可。

（2）工程建设内容变更及调整情况

根据安徽省水利厅《关于济南至祁门高速公路永城至利辛段工程线路调整水土

保持方案补充报告的批复》（皖水保函〔2011〕1097号），本工程在水土保持方案编制阶段发生了一次线路调整。相对原线路方案，新的线路方案长度增加了0.02km，增加了桥梁2座，引发了水土保持方案变更。建设单位按照水土保持法律法规及相关规定，及时履行了水土保持方案变更程序，重新编报了水土保持方案，并通过评审获得了批文。

根据本工程的施工图设计文件，在施工图设计阶段，工程建设内容有所调整，主要有线路长度减少0.183km、中小桥梁增加3座、涵洞减少70道、人车通道增加20道，互通式立交增加1处，分离式立交增加15道，养护工区增加2处。根据《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保〔2016〕65号），本项目建设内容的调整不引发水土保持方案变更，施工图设计文件于2013年3月31日获得安徽交通运输厅的批复。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

1.3.1.1 水土保持监测技术路线

由于本项目为竣工后补充监测，所以无前期的水土保持监测实施方案资料。2019年7月，安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院通过调阅工程建设期间施工资料，利用遥感影像资料及ArcGIS等软件分析工程占地、土壤流失量等办法对项目进行补充监测。根据分析数据成果、利用原始资料相关数据相结合的方式确定有关数据。2019年7月，监测单位编制完成《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测总结报告》。

1.3.1.2 水土保持监测布局

（1）监测目的及意义

本次监测属于竣工后补充监测，不能真实掌握工程建设过程中实际发生的占地范围变化、水土流失动态。监测工作组利用工程资料和影像分析技术对工程占地范围、水土流失、水土保持措施进行技术分析、统计，以期对建设过程水土流失相关影响因素进行动态模拟分析，利用技术手段最大还原建设过程演变，并通过对照现有水土保持措施，分析水土保持措施的防护效果，对本项目水土流失防治工作提供客观的指导依据。提出存在的问题，确保各项水土保持措施在后期正常发挥作用。为安徽省同类建设工程项目的水土流失预测和防治措施体系的制定提供依据；为该项目的水土保持专项验收提供依据；为水土保持监督管理提供数据资料；落实本项

目水土保持方案的实施。

(2) 监测原则

水土保持监测工作的滞后，对本项目的水土保持监测手段提出了更高的要求。在本次监测中，除了利用常规手段对现场相关数据实地量测外，要求利用现代化办公软件对项目区影像资料进行客观、全面的分析。必须体现科学性、真实性。

(3) 监测范围及分区

本项目的监测范围即水土流失防治责任范围，即项目建设区。项目建设区包括路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、沿线设施区、取（弃）土（渣）场区、施工营地区和施工道路区。

(4) 监测重点及监测点布设

本工程为建设类项目，监测重点是主体工程（路基工程区、桥涵工程区、交叉工程区、沿线设施区）的建筑物、路面、电缆沟、路基边坡等扰动地表比较剧烈的区域，以及取土场的扰动、利用和恢复情况。

由于本项目为竣工后补充监测，监测工作组现场工作以巡查为主，未布设固定监测点。

1.3.1.3 水土保持监测内容及方法

(1) 监测内容

按照方案要求对护坡工程、土地整治工程、排水工程、植被建设等措施的数量和质量、林草的生长发育状况等进行监测，根据监测数据计算六项指标，分析工程是否达到水土保持方案提出的防治目标。

(2) 监测方法

针对本工程补充监测的特点，采用实地调查、卫星遥感技术分析和资料分析等方法进行水土保持监测。

1.3.2 监测项目部设置

(1) 任务委托

2019年6月，建设单位委托安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院开展水土保持补充监测工作，并签订技术合同，接收委托时，项目已竣工投产。

(2) 进场

2019年6月，监测单位开展了现场查勘工作，了解了工程进展、熟悉工程布局，收集水土保持方案、初步设计、历史施工监理、历史遥感影像等相关资料，分析、

了解了建设区水土流失情况。

(3) 技术交底

为顺利开展水土保持补充监测工作，更好地实施水土保持方案，落实水土流失防治责任，确保水土保持专项验收的顺利通过，及时与安徽省交通控股集团有限公司沟通，进行水土保持工作及水土保持监测技术交底事宜，协调各参建单位建立了本工程水土保持监测工作互通交底制度。

(4) 项目部设置

为了便于开展济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测工作，专门成立了“济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测项目部”，全面负责该工程项目的建设监测工作。组织机构如图 1-3 所示。

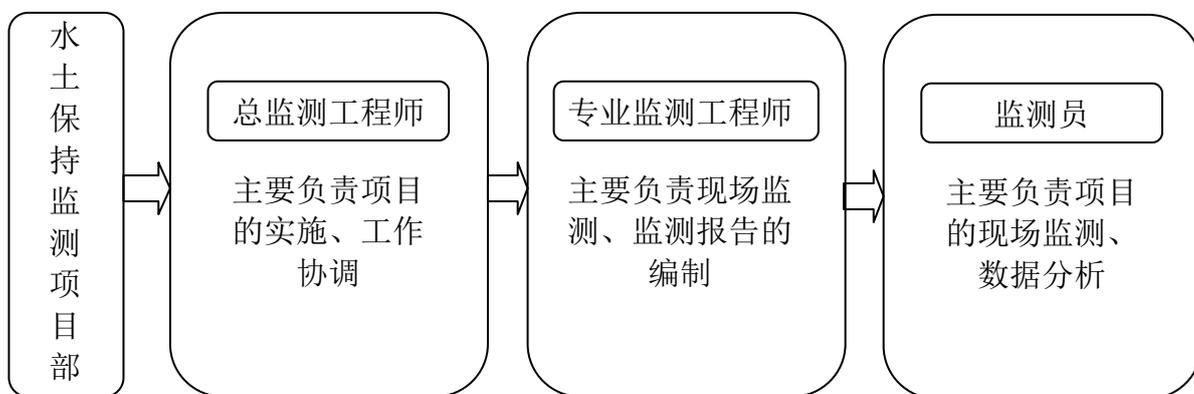


图 1-3 监测组织机构图

(5) 监测人员配备

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 1-5。

表 1-5 参加本工程监测工作的监测人员汇总表

序号	姓名	专业	职称	拟任职务	分工
1	夏小林	水土保持	高 工	总监测工程师	负责项目的实施、协调
2	朱昊宇	水土保持	工程师	专业监测工程师	负责现场监测和监测报告的编制
3	刘旦旦	水土保持	工程师	现场监测员	负责现场监测，数据分析
4	张 卫	水生生物	工程师	现场监测员	负责现场监测，数据分析

1.3.3 监测点布设

由于本工程为竣工后补充监测，监测工作组在勘察现场时主要采用了对各分区进行巡查、量测的监测方式，未设置固定监测点。现场实际巡查情况见图 1-4。





图 1-4 现场实际巡查照片图

1.3.4 监测设施设备

GPS: 野外监测过程中, 运用 GPS 定位监测点、导航。

三维激光扫描仪 (LeicaScanStationC10): 三维激光扫描仪可用于开挖、堆垫地形扫描, 获取丰富的点云数据, 生成 TIN 网模型, 同时可以获取等高线, 进行土、石方体积计算。

无人机: 无人机遥感 (UAVRS) 技术作为航空遥感手段, 具有续航时间长、影像实时传输、高危地区探测、成本低、高分辨率、机动灵活等优点, 是卫星遥感与有人机航空遥感的有力补充, 在国外已得到广泛应用。在监测过程中利用高分辨 CCD 相机系统获取遥感影像, 利用空中和地面控制系统实现影像的自动拍摄和获取, 并在后期进行室内工作数据处理, 以得到相对准确的监测数据。

移动 GIS 数据采集系统 Yuma2: 移动 GIS 数据采集系统 Yuma2 配置有 Terrasync 软件, 可以加载项目区影像资料。监测过程中, 可以对各监测点定位、拍照、导航并记录外业监测路线。

ContourXLRic 激光测距仪: 激光测距仪可以实现地物的距离、高度、角度、坡度、面积等的测量, 而且测程远、精度高, 在遇到下雨, 大雾等坏天气时, 将工作模式设置成“坏天气”模式, 将不受任何影响。使用三脚架, 可进行远距离、精确测量, 解决了有些监测点的监测指标无法采集的问题, 确保了数据的完整性。

植被覆盖度仪: 系统能够快速计算出图片中一种或多种颜色在照片中所占的百分比 (植被覆盖度)。**数码摄像机、数码相机:** 获取项目水土保持野外监测过程中影像资料。

此外, 电脑、打印机、扫描仪、皮尺、钢尺、测高仪、罗盘等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。监测过程中消耗性材料主要包括: 钢钎、铁皮、油漆、量筒、测绳、记录笔和记录纸等。

1.3.5 监测技术方法

本项目属于线型建设类工程, 根据工程建设的特性、水土流失及其防治的特点, 该工程采用实地量测、卫星遥感资料分析和资料分析等方法进行水土保持监测。

(1) 实地量测

对于扰动土地面积、边坡坡度、高度等因子; 水土保持林草措施的成活率、保存率、生长发育情况 (林木的树高、胸径、冠幅等) 及其植被覆盖度的变化等采用实地量测的方法。具体方法为:

①灌木盖度（含零星乔木）的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。用此法在样方不同位置取三条线段求取平均值，即为样方灌木盖度。

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

③侵蚀沟样方测量法。根据侵蚀沟的形状尺寸计算水土流失体积，利用土壤容重换算土壤流失量。采用随机抽样的方式，选择有代表性的侵蚀沟，在每条侵蚀沟的上、中、下 3 段选择若干个典型断面，对每个断面的侵蚀宽度、深度进行测量，并以梯形或三角形断面形式计算断面面积，求出断面面积平均值，再乘以沟长和土壤容重既得单条沟的侵蚀量。

（2）卫星遥感影像技术分析

为了弥补监测工作滞后和资料不足的影响，搜集历史遥感影像，利用 ArcGIS 等软件对区内建设活动的扰动范围、强度、水土流失程度等采用遥感宏观监测分析，得出年度相关动态数据。

（3）资料分析

对于扰动土地原地貌类型、扰动面积、土石方量等采用资料分析的方法进行监测。通过向工程建设单位、设计单位、监理单位收集有关工程资料，主要是项目区土地利用现状及用地批复文件资料；主体工程有关设计图纸、资料；项目区的土壤、植被、气象、水文、泥沙资料；监理、监督单位的月报及有关汇总报表等，从中分析出对水土保持监测有用的数据。

1.3.6 监测过程成果提交情况

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程于 2013 年 9 月 10 日开工，2015 年 11 月 20 日竣工。工程竣工后，建设单位及时组织了水土保持分部工程和单位工程的竣工验收。建设单位成立了水土保持工作小组开展日常水土保持设施运营维护工作。2019 年 6 月，建设单位委托安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院开展水土保持监测工作。监测单位利用遥感影像技术分析、实地勘测、查阅资料、调查

走访等方式对项目工程进行补充监测，于 2019 年 6 月形成《济南至祁门高速公路永城至利辛段工程水土保持监测总结报告》。

1.3.7 水土保持监测意见及落实情况

监测单位通过勘察现场，针对存在的问题向建设单位反馈，建设单位针对监测单位提出的问题及时和各施工单位沟通，对存在的问题进行修整，保证了水土保持设施可以达到验收标准。

1.3.8 重大水土流失危害事件处理情况

通过查阅历史施工监理资料及历史遥感资料，本工程截至目前无重大水土流失事件发生。

2 监测内容和方法

2.1 扰动土地情况

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程于 2013 年 9 月 10 日开工，2015 年 11 月 20 日竣工。

以 2012 年 12 月 31 日的卫星影像资料为基础（此时工程尚未开工），作为分析本项目工程扰动土地面积动态变化的参照依据。分别对比 2013 年 12 月 31 日、2014 年 12 月 31 日、2015 年 12 月 31 日的影像分析结果数据，得出本项目建设过程中的扰动土地情况。结合主体施工图设计、水土保持方案等资料，确定本项目工程实际扰动土地面积。

2.2 弃土及临时堆土情况

本工程水土保持方案设计的弃土场（取弃结合，故设计弃土场与取土场位置一致）在实际施工生产中并未设立。主要原因是道路主体建设时以填方为主，也基本未对原地表土层进行换填；围堰拆除土方量较少，且经晾晒处理后也用于路基边坡的填筑；沿线构筑物基坑挖填土方在各自区域内自平衡利用；剥离的表土也全部作为绿化和复耕用土利用。工程实际未产生永久弃方。

通过查阅资料得知，在实际的施工过程中，剥离的表土、沿线构筑物开挖土方、围堰拆除土方均临时堆放于各自开挖区域附近（即临时堆土场），并最终全部被利用于工程填方。本工程外借土方 960.42 万 m^3 ，全部来自于取土场，无永久弃方，故本工程不设立永久弃土场。

临时堆土情况监测一般主要采用地面观测、实地量测、卫星和航空遥感、资料分析的监测方法。监测内容主要包括临时堆放场的数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况等。我单位进场监测时，本工程已经建设完毕，故未取得照片资料，其信息及防护情况主要通过施工、监理资料获得。

2.3 水土保持措施实施及效果

本项目水土保持措施的实施及效果监测主要采用遥感影像资料分析和现场勘测相结合的监测方法。

对于工程防治措施，主要通过施工图定位、查阅施工资料并现场校核的办法，调查其实施数量、质量；查阅工程鉴定资料并现场查看防护工程稳定性、

完好程度、运行情况等。

植物措施主要通过影像资料分析及查阅施工档案、养护档案、苗木采购记录等方式，调查其不同阶段林草种植面积及覆盖度、扰动地表林草自然恢复情况，并现场查看植物措施拦渣保土效果。

对于临时防护措施，主要通过施工资料调查其实施情况，如实施数量、质量等。

水土保持措施实施效果监测内容、方法见表 2-1。

表 2-1 水土保持措施实施及效果监测内容、方法

防治分区	监测内容			监测方法
	工程措施	植物措施	临时措施	
路基工程区	表土剥离、表土回覆、土地整治、护坡、排水沟、集水盲沟、集水井	边坡草灌混植、栽植灌木、撒播草籽	临时排水沟、临时沉沙池、临时苫盖	实地量测、卫星遥感分析、资料分析
桥涵工程区	护坡	边坡草灌混植	临时沉沙池、围堰拆除	
交叉工程区	表土剥离、表土回覆、土地整治、护坡、排水沟、集水盲沟、集水井	边坡草灌混植、栽植乔木、栽植灌木株、撒播草籽	临时排水沟、临时苫盖	
沿线设施区	表土剥离、表土回覆、土地整治、护坡、排水沟、集水盲沟、集水井	边坡草灌混植、栽植灌木	临时排水沟	
取（弃）土（渣）场区	表土剥离、土地整治	栽植乔木、撒播草籽	临时排水沟	
施工营地区	表土剥离、表土回覆、土地整治	栽植乔木	临时排水沟、临时沉沙池、碎石压盖	
施工道路区	表土剥离、表土回覆、土地整治	栽植乔木、撒播草籽	临时排水沟	

2.4 水土流失情况

水土流失面积监测采用实地量测、卫星遥感相结合的方法；本项目水土流失情况监测主要采用卫星遥感影像分析和查阅资料的监测方法，确定不同时期扰动土地面积，类比周边新建铁路宿州至淮安线水土流失相关数据，经核算得出建设期土壤流失量。

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报告书，本项目方案确定的水土流失防治责任范围总计 988.24hm²，其中项目建设区 863.40hm²，直接影响区 124.84hm²。项目建设区和直接影响区详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案设计的水土流失防治责任范围一览表

项目名称		项目建设区 (hm ²)			直接影响区 (hm ²)	防治责任范围 (hm ²)
		永久占地	临时占地	小 计		
主体工程	路基工程区	316.89		316.89	56.94	373.83
	桥涵工程区	10.78		10.78	0.65	11.43
	交叉工程区	107.33		107.33	12.76	120.09
	沿线设施区	19.00		19.00	2.32	21.32
取(弃)土(渣)场区			313.53	313.53	12.01	325.54
施工营地区			29.50	29.50	3.92	33.42
施工道路区			66.37	66.37	30.80	97.17
移民安置区				0.00	5.44	5.44
合 计		454.00	409.40	863.40	124.84	988.24

(2) 防治责任范围监测结果

根据用地批复，结合监测分析结果，截至 2015 年 11 月底，本工程各项建设活动基本停止，实际发生的防止责任范围面积总计 857.64hm²，其中永久占地 410.69hm²，临时占地 446.95hm²。详见表 3-2。

表 3-2 工程实际发生的水土流失防治责任范围表

工程分区		占地面积 (hm ²)	占地性质
项目建设区	路基工程区	249.32	永久占地
	桥涵工程区	9.76	永久占地
	交叉工程区	124.67	永久占地
	沿线设施区	26.94	永久占地
	取(弃)土(渣)场区	331.28	临时占地
	施工营地区	57.80	临时占地
	施工道路区	57.87	临时占地
	小 计	857.64	
直接影响区		0	
合 计		857.64	

(3) 对比分析

根据用地批复并结合实地调查，建设期项目实际占地面积与水土保持方案报告书相比，产生了一定的差异。本工程水土保持方案设计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		面积 (hm ²)			
		方案设计防治责任范围	实际发生防治责任范围	相对于方案设计增减量	
项目建设区	主体工程	路基工程区	316.89	249.32	-67.57
		桥涵工程区	10.78	9.76	-1.02
		交叉工程区	107.33	124.67	+17.34
		沿线设施区	19.00	26.94	+7.94
	取(弃)土(渣)场区		313.53	331.28	+17.75
	施工营地区		29.50	57.80	+28.30
	施工道路区		66.37	57.87	-8.50
	小计		863.40	857.64	-5.76
直接影响区	路基工程区		56.94	0.00	-56.94
	桥涵工程区		0.65	0.00	-0.65
	交叉工程区		12.76	0.00	-12.76
	沿线设施区		2.32	0.00	-2.32
	取(弃)土(渣)场区		12.01	0.00	-12.01
	施工营地区		3.92	0.00	-3.92
	施工道路区		30.80	0.00	-30.80
	移民安置区		5.44	0.00	-5.44
小计		124.84	0.00	-124.84	
合计		988.24	857.64	-130.60	
说明：“-”表示减少，“+”表示增加，“0”表示无明显变化					

表 3-3 可以看出，本项目实际发生的防治责任范围比水土保持方案批复的水

土流失防治责任范围总体减少了 130.60hm²，主要原因为：

①路基工程区的项目建设区面积减少了 67.57hm²，主要原因是根据本工程路基工程的征地批复，相较于可研阶段严格控制了施工扰动占地，限制了施工作业带多余征地，优化了施工工艺，将施工影响面积尽量降低，故实际扰动面积较水土保持方案设计有所降低。

②桥涵工程区的项目建设区面积减少了 1.02hm²，主要原因是根据实际过水需求，建设的涵洞工程比水土保持方案设计数量减少了 70 道，使扰动面积有所降低。

③交叉工程区的项目建设区面积增加了 17.34hm²，主要原因是根据本工程实际通行需求，相较水土保持方案设计增加了互通式立交 1 处、分离式立交 15 道、人车通道 20 道，使扰动面积有所增加。

④沿线设施区的项目建设区面积增加了 7.94hm²，主要原因是根据工程运行维护需求，相较水土保持方案设计增加了养护工区 2 处，使扰动面积有所增加。

⑤取（弃）土（渣）场区面积增加了 17.75hm²，主要原因是根据施工图设计，实际需要的路基填方量大大高于水土保持方案设计的数量，结合运距因素，取土场相较水土保持方案设计增加了 43 处，故实际扰动面积相应增加。

⑥施工营地区的项目建设区面积增加了 28.30hm²，主要原因是结合现场条件，为了方便施工，实际布设的施工营地除了预制场、拌合站等施工生产场地外，还考虑了施工办公、住宿等施工生活场地，使各施工营地的面积都有所增加。

⑦施工道路区的项目建设区面积减少了 8.50hm²，主要原因是在施工过程中，施工单位充分利用了项目区周边的省道、县道、乡道、机耕路等交通道路，有效减少了施工道路建设或扩建扰动的土地面积。

⑧直接影响区较方案设计面积减少 124.84hm²，主要原因是工程施工基本未对占地范围以外造成水土流失影响，相应直接影响区面积并未发生。本工程的移民安置由当地政府负责，不计入本项目水土保持设施验收范围。

3.1.2 建设期扰动土地面积

根据现场监测调查，最终工程建设面积 857.64hm²，施工扰动地表面积为 857.64hm²。在整个项目的施工初期，原地貌所占比例较高，随着工程的进展，扰动地表的面积在逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表取代。涉及各分区、各年份的扰动面积详见表 3-4、3-5。

表 3-4 工程建设最终扰动范围面积情况表 单位:hm²

分区	原占地类型及数量						占地性质		扰动面积
	耕地	林地	住宅用地	交通运输用地	水域及水利设施用地	合计	永久占地	临时占地	
路基工程区	228.97	14.93	5.42			249.32	249.32	0.00	249.32
桥涵工程区					9.76	9.76	9.76	0.00	9.76
交叉工程区	112.43			12.24		124.67	124.67	0.00	124.67
沿线设施区	26.94					26.94	26.94	0.00	26.94
取(弃)土(渣)场区	331.28					331.28	0.00	331.28	331.28
施工营地区	57.80					57.80	0.00	57.80	57.80
施工道路区	52.65			5.22		57.87	0.00	57.87	57.87
合计	810.07	14.93	5.42	17.46	9.76	857.64	410.69	446.95	857.64

表 3-5 工程建设分年度扰动范围面积情况表 单位:hm²

分区 \ 年份	2013 年底	2014 年底	2015 年底
路基工程区	149.60	249.32	249.32
桥涵工程区	2.93	9.76	9.76
交叉工程区	74.80	124.67	124.67
沿线设施区	16.16	26.94	26.94
取(弃)土(渣)场区	198.77	331.28	331.28
施工营地区	57.80	57.80	57.80
施工道路区	34.72	57.87	57.87
合计	534.78	857.64	857.64

3.2 土石方流向及取弃土情况监测结果

(1) 土石方流向监测结果

工程施工过程中，就近调配土石方，提高土石方利用率，土石方填方量大于挖放量，需外借土方，不产生弃方。

路基工程区土石方主要涉及前期表土剥离挖方、场地平整挖填方，建设期道路路基填方，后期表土回覆填方，路基工程区原占地类型主要为耕地和林地，为保护表土资源，本区在施工前剥离了表土并堆放在沿线征地范围内，后期用于道路绿化区域的回填覆土。

桥涵工程区主要为涵洞挖方、桥墩基础钻渣和围堰填筑及拆除产生的土石方。

交叉工程区主要为下穿通道挖方、互通枢纽的表土剥离和路基填方等。本区剥离的表土作为本区绿化区域的覆土使用。

沿线设施区主要为前期的表土剥离挖方，以及服务区、管理处、维修工区内建构物基坑开挖和回填土石方。前期剥离的表土用于本区绿化区域覆土。

取（弃）土（渣）场区在取土前进行表土剥离，取出的土方主要用于线路路基填方，取（弃）土（渣）场区原占地类型主要为耕地，为保护表土资源，本区在施工前剥离了表土并堆放取土场征地范围内，后期用于道路绿化区域的回填覆土。

施工营地区主要为前期的表土剥离挖方，以及临时建筑物基础开挖和回填土石方。前期剥离的表土用于本区利用完毕后的复耕用土。

施工道路区主要为前期的表土剥离，以及临时道路路基平整产生的土石方挖填。前期剥离的表土用于本区利用完毕后的复耕用土。

水土保持方案设计土石方平衡情况详见表 3-6。

表 3-6 水保方案设计的土石方平衡表 (单位: 万 m³)

起讫桩号	开挖	回填	调入		调出		外借		弃方			
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	表土	去向	数量	去向
K0+000~K0+950	4.60	2.09					2.09	1#取土区	7.40	互通	0.10	1#取土区
K0+950~K5+000	5.00	42.69					42.69				2.00	
K5+000~K10+000	6.60	47.41					47.41	2#取土区	8.30	服务区	1.90	2#取土区
K10+000~K15+000	6.00	57.29					57.29	3#取土区			2.40	3#取土区
K15+000~K20+600	7.80	49.63					49.63	4#取土区	5.20	互通	2.60	4#取土区
K20+600~K25+000	4.10	40.19					40.19	5#取土区			1.60	5#取土区
K25+000~K30+000	6.50	56.35					56.35	6#取土区	6.40	路基	2.60	6#取土区
K30+000~K35+500	5.60	64.47					64.47	7#取土区	6.50	路基	2.20	7#取土区
K35+500~K40+000	5.40	65.89					65.89	8#取土区			2.20	8#取土区
K40+000~K43+820	4.70	40.33					40.33	9#取土区			1.90	9#取土区
K43+820~K47+600	3.70	26.55					26.55	10#取土区	5.60	互通	0.90	10#取土区
K47+600~K52+020	5.60	40.70					40.70	11#取土区			2.30	11#取土区
K52+020~K56+020	6.80	47.05					47.05	12#取土区	8.20	服务区	2.00	12#取土区
K56+020~K60+320	5.50	42.69					42.69	13#取土区	7.00	路基	2.20	13#取土区
K60+320~K65+020	6.10	52.73					52.73	14#取土区			2.50	14#取土区
K65+020~K71+880	8.10	62.11					62.11	15#取土区	6.70	互通	1.40	15#取土区
小 计	92.10	738.17					738.17		61.30		30.80	
施工营地	3.00								3.00	本区		
施工道路	0.90	1.20					1.20	1~15#	0.90	取土场或营地		
合 计	96.00	739.37					739.37		65.20		30.80	

通过查阅资料和实地调查监测,本项目建设期完成挖方 94.03 万 m³ (含表土剥离 62.97 万 m³), 填方 1054.45 万 m³ (含表土回覆 70 万 m³), 外借土方 960.42 万 m³ (含表土 7.03 万 m³), 无弃方, 开挖的表土主要用于后期道路沿线绿化覆

土和临时占地的复耕用土。本项目实际总体土石方平衡见表 3-7。

表 3-7 项目总体土石方平衡监测统计表（单位：万 m³）

分区	挖方			填方			调入		调出		外借		废弃	
	一般土石方	表土	小计	一般土石方	表土	小计	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
路基工程区	9.00	44.85	53.85	779.52	51.88	831.4	12.06	桥涵工程区			765.49	取土场		
桥涵工程区	桥涵工程	2.06	2.06			0.00			2.06	路基工程区				
	围堰	10.00	10.00	10.00		10.00			10.00		10.00	取土场		
交叉工程区	2.00	5.98	7.98	186.93	5.98	192.91					184.93			
沿线设施区	4.00	2.69	6.69	4.00	2.69	6.69								
施工营地区	3.00	4.72	7.72	3.00	4.72	7.72								
施工道路区	1.00	4.73	5.73	1.00	4.73	5.73								
合计	31.06	62.97	94.03	984.45	70.00	1054.45	12.06		12.06		960.42			

与方案设计相比,工程建设期实际挖方量为 94.03 万 m³,较方案设计的 96.00 万 m³ 减少了 1.97 万 m³, 主要原因是道路主体建设时以填方为主, 也基本未对原地表土层进行换填。

工程建设期实际填方量为 1054.45 万 m³, 较方案设计的 739.37 万 m³ 增加了 315.08 万 m³, 主要原因为根据工程施工图设计, 综合考虑项目区地形地质、回填高度、回填土夯实程度和掺灰处理等综合因素, 全线路基填方量大大增加。此外还由于项目区前期剥离的表土实际未作为弃方处理, 而是用于绿化和复耕区域的回填覆土, 计入了土石方回填量。

本工程建设期实际无弃方, 较方案设计减少了 96.00 万 m³, 主要原因是项目区前期剥离的表土实际未作为弃方处理, 围堰拆除和路基及建构物基础开挖土方也在附近区域内回填利用, 而拆迁产生的建筑垃圾由当地政府负责处理, 不计入本项目的弃方量。

本工程建设期实际表土剥离量为 70.00 万 m³(含取土场), 较方案设计的 65.20 万 m³ 增加了 4.80 万 m³, 产生变化主要原因是在实际建设过程中, 增加了取土场区域在取土前的表土剥离措施。

特别说明：早期的水土保持方案一般将表土作为弃方计算，由于本项目水土保持方案设计的表土终期利用方式也为回填至指定区域，故监测工作组判断土石方挖填量的变化是否会引发水土保持重大更时，将水土保持方案中废弃的表土量也计入设计土石方挖填总量。经核算，实际的土石方挖填总量未超过设计的 30%，不引发水土保持重大变更。

实际发生与方案设计土石方平衡对比见表 3-8，表土利用情况对比见表 3-9。

表 3-8 土石方挖填量对比表（单位：万 m³）

序号	分区	方案设计(含表土)				监测结果(含表土)				增减情况			
		开挖	回填	外借	弃方	开挖	回填	外借	弃方	开挖	回填	外借	弃方
1	主体工程	92.10	738.17	738.17	92.10	80.58	1041.00	960.42		-11.52	+302.83	+222.25	-92.10
2	施工营地区	3.00			3.00	7.72	7.72			+4.72	+7.72	0	-3.00
3	施工道路区	0.90	1.20	1.20	0.90	5.73	5.73			+4.83	+4.53	-1.20	-0.90
总计		96.00	739.37	739.37	96.00	94.03	1054.45	960.42	0.00	-1.97	+315.08	+221.05	-96

表 3-9 表土利用情况对比表（单位：万 m³）

序号	分区	方案设计			监测结果			增减情况		
		开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方	开挖	回填	弃方
1	主体工程	61.30		61.30	53.52	60.55		-5.78	+60.55	-61.30
2	取（弃）土（渣）场区				7.03			+7.03	0	0
3	施工营地区	3.00		3.00	4.72	4.72		+1.72	+4.72	-3.00
4	施工道路区	0.90		0.90	4.73	4.73		+3.83	+4.73	-0.90
总计		65.20	0.00	65.20	70.00	70.00	0.00	+6.80	+70.00	-65.20

(2) 取土监测结果

①水土保持方案设计取土情况

根据本项目批复的水土保持方案，设计了 15 处取土场（均为旱地），占地总面积 313.53hm²，取土量 738.20 万 m³。水土保持方案设计取土情况详见表 3-10。

表 3-10 水土保持方案设计取土情况

编号	所处桩号	取土场位置		取土量(万 m ³)	占地面积 (hm ²)	行政区划
		左	右			
1#	K3+200		√	44.8	21.3	涡阳县
2#	K7+500	√		47.41	21.9	
3#	K12+100	√		57.29	26	
4#	K16+400		√	49.63	20.3	
5#	K23+000	√		40.19	17.25	
6#	K27+600		√	56.35	23.3	
7#	K33+200	√		64.47	25	
8#	K38+300	√	√	65.89	24.4	
9#	K41+000		√	40.33	17.3	
10#	K45+700		√	26.55	13.2	
小计				492.91	209.95	
11#	K50+300		√	40.7	18.1	蒙城县
12#	K54+500	√		47.05	20.6	
13#	K58+300		√	42.69	19.6	
小计				130.44	58.3	
14#	K62+000	√		52.73	22.1	利辛县
15#	K68+400		√	62.11	23.18	
小计				114.84	45.28	
合计				738.20	313.53	

②实际取土情况监测结果

通过现场调查和查阅施工资料，本工程实际设置了 58 处取土场（其中有 2 处位于永久占地范围内），占地总面积 331.28hm²，取土量 953.39 万 m³（不含表土）。

相较于水土保持方案，实际设置的取土场数量大大增加，主要是由于根据实际施工设计情况，取土量发生明显增加，取土场数量的增加也有利于减少运距，增加施工效率。在实际施工时，施工单位对取土场的表层土进行了剥离，用于后期道路绿化区域的覆土，更有利于保护表土资源，促进水土保持。取土场利用完毕后，施工单位对取土坑进行了平整，后期恢复为了水塘，可用于周围农田的灌

溉，增强蓄水能力，有利于保持水土。工程建设实际取土情况详见表 3-11。

表 3-11 工程建设实际取土情况

序号	取土坑编号	所处桩号	位置	取土数量 (m ³) (一般土石方)	占地面积 (hm ²)
1	1B-1 #	K0+500	右	120576	4.13
2	1B-2 #	SSK49+120	右	95775	3.28
3	1B-3 #	K1+855	左	192880	4.13
4	1B-4 #	K3+460	左	155863	6.0
5	1B-5 #	K5+200	左	126639	6.33
6	1B-6 #	K5+840	左	165604	5.67
7	1B-7 #	K6+800	左	165604	5.67
8	1B-8 #	K8+800	右	161162	5.66
9	2B-1 #	K9+450	左	157420	6.32
10	2B-2 #	K9+600	右	228352	8.11
11	2B-3 #	K10+630	右	91234	3.32
12	2B-4 #	K11+600	右	174008	6.66
13	2B-5 #	K14+200	右	185908	7.95
14	2B-6 #	K16+040	左	257174	9.48
15	2B-7 #	K17+200	右	249887	8.75
16	2B-8 #	K20+300	右	228924	8.23
17	2B-9 #	K21+300	左	209246	7.39
18	3B-11 #	K21+400	左	29224	1.0
19	3B-1 #	K23+464.858	左	121221	4.2
20	3B-2 #	K24+563	左	136614	4.73
21	3B-3 #	K25+200	左	99299	3.53
22	3B-4 #	K26+276	左	123145	3.6
23	3B-5 #	K27+198.8	右	121221	4.20
24	3B-6 #	K28+300	左	124108	4.3
25	3B-7 #	K29+100	左	115590	4.0
26	3B-8 #	K29+850	左	141898	4.92
27	3B-9 #	K31+300	左	83049	4.0
28	3B-10 #	K32+800	左	171249	5.93
29	4B-1 #	K34+950	左	194916	7.05
30	4B-2 #	K35+830	右	215889	7.88

续表 3-11 工程建设实际取土情况

序号	取土坑编号	所处桩号	位置	取土数量 (m ³) (一般土石方)	占地面积 (hm ²)
31	4B-3 #	K37+400	左	112474	4.6
32	4B-4 #	K38+900	右	277847	7.15
33	4B-5 #	K40+800	右	212157	7.65
34	4B-6 #	K41+950	左	203190	7.34
35	4B-7 #	K42+850	右	227819	8.19
36	5B-1 #	K46+389	右	182100	6.31
37	5B-2 #	K47+571	右	170180	5.9
38	5B-3 #	K48+205.46	右	185680	6.51
39	5B-4 #	K49+979	左	166439	5.77
40	5B-5 #	K51+351	左	108337	5.71
41	5B-6 #	K51+526	左	134883	4.67
42	5B-7 #	K52+902.2	右	188566	6.53
43	5B-8 #	K53+834.62	左	157639	5.53
44	5B-9 #	K55+127.5	右	136224	5.08
45	6B-1 #	K55+880	左	111120	3.85
46	6B-2 #	K58+260	左	176117	6.1
47	6B-3 #	K59+500	右	187989	6.51
48	6B-4 #	K61+000	左	148217	5.14
49	6B-5 #	K62+170	右	184564	6.39
50	6B-6 #	K63+650	左	149333	5.17
51	6B-7 #	K64+370	右	168440	5.84
52	6B-8-1 #	K66+180	右	157896	5.47
53	6B-8-2 #	K66+500	右	120952	4.19
54	7B-1 #	K68+600	右	243767	8.45
55	7B-2 #	K70+150	左	307388	10.77
56	7B-3 #	K70+850	右	400223	10.04
57	7B-4 #	南洛高速 K292+000	右	50204	位于中疃集互通永久占地区域内
58	7B-5 #	南洛高速 K291+800	左	20466	
合计				9533890	331.28

(3) 弃土监测结果

①水土保持方案设计弃土情况

根据本项目批复的水土保持方案，工程全线设计永久弃渣量 30.80 万 m³，主要为房屋拆迁弃渣、结构物挖孔及钻孔弃渣、以及路基工程清基废方等，均弃入水土保持方案设计的 1~15#取土场内，不另外设置弃渣场。

②实际弃土情况监测结果

通过现场调查和查阅施工资料，本工程实际未产生永久弃方，故未设置弃渣场。

相较于水土保持方案，实际施工中产生的余土均在就近区域内回填利用，主要是回填至路基边坡增加绿化土层厚度，提高了土方利用率，避免了土方废弃，有利于保持水土。

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、乔灌冠幅）、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 水土保持方案设计

本项目水土保持方案设计水土保持工程措施主要工程量汇总详见表 4-1。

表 4-1 水土保持方案设计工程措施量统计表

措施类型	建设内容	单位	分区数量						
			路基工程区	桥涵工程区	交叉工程区	沿线设施区	取(弃)土(渣)场区	施工营地区	施工道路区
工程措施	表土剥离	万 m ³	46.12		11.6	3.6		3	0.93
	土地整治	hm ²						24.5	11.98
	护坡	m ³	105382	24.5	8229	12000			
	浆砌片石排水沟	m	81633		3438	11172			
	集水盲沟	km	57.62		2.3	7.8			
	集水井	个	152		6	20			

4.1.2 实际完成

经实际调查、查阅施工资料，工程涉及的水土保持工程措施主要有表土剥离与回覆、护坡、排水沟、集水盲沟、集水井、土地整治等。各项水土保持工程措施实际完成情况见表 4-2。

表 4-2 水土保持工程措施实际完成工程量统计表

分区	措施内容	单位	数量	备注
路基工程区	表土剥离	万 m ³	44.85	方案新增
	表土回覆	万 m ³	51.88	补充布设
	土地整治	hm ²	88	补充布设
	护坡	m ³	38008	主体设计
	排水沟	m	110839	主体设计
	集水盲沟	km	67.72	主体设计
	集水井	个	200	主体设计
桥涵工程区	护坡	m ³	60	主体设计
交叉工程区	表土剥离	万 m ³	5.98	方案新增
	表土回覆	万 m ³	5.98	补充布设
	土地整治	hm ²	52	补充布设
	护坡	m ³	10433	主体设计
	排水沟	m	41406	主体设计
	集水盲沟	km	0.42	主体设计
	集水井	个	70	主体设计
沿线设施区	表土剥离	万 m ³	2.69	方案新增
	表土回覆	万 m ³	2.69	补充布设
	土地整治	hm ²	6	补充布设
	护坡	m ³	1425	主体设计
	排水沟	m	13753	主体设计
	集水盲沟	km	5	主体设计
	集水井	个	25	主体设计
取(弃)土(渣)场区	表土剥离	万 m ³	7.03	补充布设
	土地整治	hm ²	35	补充布设
施工营地区	表土剥离	万 m ³	4.72	方案新增
	表土回覆	万 m ³	4.72	补充布设
	土地整治	hm ²	55.08	方案新增
施工道路区	表土剥离	万 m ³	4.73	方案新增
	表土回覆	万 m ³	4.73	补充布设
	土地整治	hm ²	52.65	方案新增

4.1.3 变化情况

通过比较,本项目实际实施水土保持工程措施工程量较方案设计工程量发生了变化。水土保持方案工程措施设计工程量与实际完成工程量对比见表 4-3。

表 4-3 工程措施实际完成工程量与方案设计工程量对比表

分区	措施内容	单位	方案设计 工程量	实际完成 工程量	变化情况	备注
路基工程区	表土剥离	万 m ³	46.12	44.85	-1.27	方案新增
	表土回覆	万 m ³		51.88	+51.88	补充布设
	土地整治	hm ²		88	+88	补充布设
	护坡	m ³	105382	38008	-67374	主体设计
	排水沟	m	81633	110839	+29206	主体设计
	集水盲沟	km	57.62	67.72	+10.1	主体设计
	集水井	个	152	200	+48	主体设计
桥涵工程区	护坡	m ³	24.5	60	+35.5	主体设计
交叉工程区	表土剥离	万 m ³	11.6	5.98	-5.62	方案新增
	表土回覆	万 m ³		5.98	+5.98	补充布设
	土地整治	hm ²		50	+50	补充布设
	护坡	m ³	8229	10433	+2204	主体设计
	排水沟	m	3438	41406	+37968	主体设计
	集水盲沟	km	2.3	0.42	-1.88	主体设计
	集水井	个	6	70	+64	主体设计
沿线设施区	表土剥离	万 m ³	3.6	2.69	-0.91	方案新增
	表土回覆	万 m ³		2.69	+2.69	补充布设
	土地整治	hm ²		6	+6	补充布设
	护坡	m ³	12000	1425	-10575	主体设计
	排水沟	m	11172	13753	+2581	主体设计
	集水盲沟	km	7.8	5	-2.8	主体设计
	集水井	个	20	25	+5	主体设计
取(弃)土(渣)场区	表土剥离	万 m ³		7.03	+7.03	补充布设
	土地整治	hm ²		35	+35	补充布设
施工营地区	表土剥离	万 m ³	3	4.72	+1.72	方案新增
	表土回覆	万 m ³		4.72	+4.72	补充布设
	土地整治	hm ²	24.5	55.08	+30.58	方案新增
施工道路区	表土剥离	万 m ³	0.93	4.73	+3.8	方案新增
	表土回覆	万 m ³		4.73	+4.73	补充布设
	土地整治	hm ²	11.98	52.65	+40.67	方案新增

1)路基工程区:表土剥离 44.85 万 m³、表土回覆 51.88 万 m³、土地整治 88hm²、护坡 38008m³、排水沟 110839m、集水盲沟 67.72km、集水井 200 个。

该区的水土保持工程措施,与原水土保持方案相比,新增表土回覆 51.88 万 m³、土地整治 88hm²,其余措施,略微有所调整。该区实施的水土保持工程措施类型与方案设计一致,通过查阅监理、监测及施工资料来看,表土剥离量略有减少,是因为路基占地区面积减小,可供剥离表土区域较原方案减少。

工程护坡措施减少,主要是因为在实际施工过程中,将高度低于 4m 坡面的

拱形防护调整为播撒草籽的植物措施。本次验收调查严格按照分区分别进行了统计，将立交渐变区、沿线收费站等护坡工程统计入交叉工程区，交叉工程区边坡草灌混植和坡脚及平坦区域灌木、乔木种类和数量增多。从整体线路来看，植物措施数量对比见表 3.5-3，主体工程区草灌恢复面积增加 287079m²。从现场踏勘来看，路基工程区实施的措施达到了水土流失防治的目的。

2) 桥涵工程区：护坡 60m³。

该区的水土保持工程措施，与方案相比，数量有所增加，较原水土保持方案，新增了 35.5m³。该区实施的水土保持工程措施类型与方案设计一致，护坡工程措施数量增加，因为桥涵数量增加较多。

3) 交叉工程区：表土剥离 5.98 万 m³、表土回覆 5.98 万 m³、土地整治 52hm²、护坡 10433m³、排水沟 41406m、集水盲沟 0.42km、集水井 70 个。

该区的水土保持工程措施，新增了表土回覆 5.98 万 m³、土地整治 52hm²。其余水土保持工程措施较原方案有所调整。该区实施的水土保持工程措施类型与方案设计一致，该区的水土保持工程措施数量增加，是因为交叉工程区的项目建设区面积增加，并且根据本工程实际通行需求，立交、涵洞数量增加。

4) 沿线设施区：表土剥离 2.69 万 m³、表土回覆 2.69 万 m³、土地整治 6hm²、护坡 1425m³、排水沟 13753m、集水盲沟 5km、集水井 25 个。

与原水土保持方案相比，新增表土回覆 2.69 万 m³、土地整治 6hm²。该区实施的水土保持工程措施土地整治、表土回覆、集水井措施增加，原因是该区项目建设区面积增加了 7.94hm²，扰动面积增加。骨架护坡工程数量减小，原因是优化工程，优先采用植物护坡。

5) 取土场区：表土剥离 7.03 万 m³、土地整治 35hm²。

与水土保持方案相比，新增土地整治和表土剥离措施，通过查阅监理、监测及施工资料来看，原因是取土场区面积增加了 17.75hm²，扰动面积增加。

6) 施工营地区：表土剥离 4.72 万 m³、表土回覆 4.72 万 m³、土地整治 55.08hm²。

与原水土保持方案相比，新增表土回覆 4.72 万 m³。该区实施的措施类型与方案设计一致，通过查阅监理、监测及施工资料来看，主要是该区面积增加，水保工程措施都较方案时增加。

7) 施工道路区：表土剥离 4.73 万 m³、表土回覆 4.73 万 m³、土地整治 52.65hm²。

与原水土保持方案相比，新增表土回覆 4.73 万 m³。通过查阅监理、监测及

施工资料来看，表土回覆、表土剥离、土地整治增加，根据实际情况进行调整。

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 水土保持方案设计

本项目水土保持方案设计水土保持植物措施主要工程量汇总详见表 4-4。

表 4-4 水土保持方案设计植物措施量统计表

措施类型	建设内容	单位	分区数量						
			路基工程区	桥涵工程区	交叉工程区	沿线设施区	取(弃)土(渣)场区	施工营地区	施工道路区
植物措施	植物护坡(边坡草灌混植)	m ²	691488	1300	92000	95000			
	狗牙根草籽	kg					1815		6
	意杨	株					42800		

4.2.2 实际完成

经实际调查、查阅施工资料，工程涉及的水土保持植物措施主要为道路中央分隔带和边坡绿化、沿线设施点片状绿化等，主要采用乔、灌、草错落配置的方式。各项水土保持植物措施实际完成情况见表 4-5。

表 4-5 水土保持植物措施实际完成工程量情况表

分区	措施内容	单位	绿化一标	绿化二标	绿化三标	总计	备注	
路基工程区	边坡草灌混植	m ²	/	/	/	567452	主体设计	
	中央分隔带	金森女贞球	株	6510	6427	5384	18321	补充布设
		红叶石楠球	株	6105	4486	6030	16621	补充布设
		海桐球	株	3618	6393	6442	16453	补充布设
		撒播草籽	m ²	11804	12585	13419	37808	补充布设

续表 4-5 水土保持植物措施实际完成工程量情况表

分区	措施内容	单位	绿化一标	绿化二标	绿化三标	总计	备注	
桥涵工程区	边坡草灌混植	m ²	/	/	/	20000	主体设计	
交叉工程区	边坡草灌混植	m ²	/	/	/	179474	主体设计	
	坡脚及平坦区域	黑杨	株	16	16	16	48	补充布设
		苦楝	株	16	16	16	48	补充布设
		侧柏	株	16	16	16	48	补充布设
		爬山虎	株	6	6	6	18	补充布设
		蔷薇	株	40	40	40	120	补充布设
		香樟	株	57	28	71	156	补充布设
		雪松	株	82	14	68	164	补充布设
		合欢	株	32	12	24	68	补充布设
		乌柏	株	32	4	27	63	补充布设
		黄山栾树	株	37	12	45	94	补充布设
		垂柳	株			61	61	补充布设
		池杉	株	40	53		93	补充布设
		落羽杉	株	50			50	补充布设
		杨树	株	60		90	150	补充布设
		青桐	株	44	14	91	149	补充布设
		四季桂	株	87	37	148	272	补充布设
		紫叶李	株	112	23	188	323	补充布设
		夹竹桃	株	215	60	588	863	补充布设
		撒播草籽	m ²	80199	25599	221831	327629	补充布设

续表 4-5 水土保持植物措施实际完成工程量情况表

分区	措施内容		单位	绿化一标	绿化二标	绿化三标	总计	备注
沿线设施区	边坡草灌混植		m ²	/	/	/	34504	主体设计
	坡脚及平坦区域	四季桂	株	2		2	4	补充布设
		夹竹桃	株	240		275	515	补充布设
		大叶黄杨	株	180		180	360	补充布设
		红叶石楠	株	180		180	360	补充布设
取(弃)土(渣)场区	意杨		株	/	/	/	3000	方案新增
	撒播草籽		kg/hm ²	/	/	/	2000/35	方案新增
施工营地区	香樟		株	/	/	/	2000	补充布设
施工道路区	香樟		株	/	/	/	2600	补充布设
	撒播草籽		kg/hm ²	/	/	/	600/10	方案新增

4.2.3 变化情况

通过比较,本项目实际实施的水土保持植物措施工程量较方案设计工程量发生了变化。本项目水土保持方案设计工程量与实际完成工程量对比表见表 4-6。

表 4-6 植物措施实际完成工程量与方案设计工程量对比表

分区	措施内容		单位	方案设计工程量	实际完成工程量	变化情况	备注
路基工程区	边坡草灌混植		m ²	691488	567452	-124036	主体设计
	中央分隔带	金森女贞球	株		18321	+18321	补充布设
		红叶石楠球	株		16621	+16621	补充布设
		海桐球	株		16453	+16453	补充布设
		撒播草籽	m ²		37808	+37808	补充布设

续表 4-6 植物措施实际完成工程量与方案设计工程量对比表

分区	措施内容	单位	方案设计工程量	实际完成工程量	变化情况	备注	
桥涵工程区	边坡草灌混植	m ²	1300	20000	+18700	主体设计	
交叉工程区	边坡草灌混植	m ²	92000	179474	+87474	主体设计	
	坡脚及平坦区域	黑杨	株		48	+48	补充布设
		苦楝	株		48	+48	补充布设
		侧柏	株		48	+48	补充布设
		爬山虎	株		18	+18	补充布设
		蔷薇	株		120	+120	补充布设
		香樟	株		156	+156	补充布设
		雪松	株		164	+164	补充布设
		合欢	株		68	+68	补充布设
		乌柏	株		63	+63	补充布设
		黄山栾树	株		94	+94	补充布设
		垂柳	株		61	+61	补充布设
		池杉	株		93	+93	补充布设
		落羽杉	株		50	+50	补充布设
		杨树	株		150	+150	补充布设
		青桐	株		149	+149	补充布设
		四季桂	株		272	+272	补充布设
		紫叶李	株		323	+323	补充布设
		夹竹桃	株		863	+863	补充布设
		撒播草籽	m ²		327629	+327629	补充布设

续表 4-6 植物措施实际完成工程量与方案设计工程量对比表

分区	措施内容	单位	方案设计工程量	实际完成工程量	变化情况	备注	
沿线设施区	边坡草灌混植	m ²	95000	34504	-60496	主体设计	
	坡脚及平坦区域	四季桂	株		4	+4	补充布设
		夹竹桃	株		515	+515	补充布设
		大叶黄杨	株		360	+360	补充布设
		红叶石楠	株		360	+360	补充布设
取(弃)土(渣)场区	意杨	株	42800	3000	-39800	方案新增	
	撒播草籽	kg	1815	2000	+185	方案新增	
施工营地区	香樟	株		2000	+2000	补充布设	
施工道路区	香樟	株		2600	+2600	补充布设	
	撒播草籽	kg	6	600	+594	方案新增	

1) 路基工程区：边坡草灌混植 567452m^2 、栽植灌木 51395 株、撒播草籽 37808m^2 。

与原水土保持方案相比，中央分隔带增加栽植灌木 51395 株、撒播草籽 37808m^2 。该区的水土保持植物措施，由植草为主转换成草灌混植，中央分隔带的灌木有金森女贞球、红叶石楠球、海桐球。

路基工程区边坡草灌混植面积大幅下降，是因为水土保持方案将渐变区的水土保持植物措施计入路基工程区，本次验收调查严格按照分区分别进行了统计，将立交渐变区、沿线收费站等护坡工程统计入交叉工程区，交叉工程区边坡草灌混植和坡脚及平坦区域灌木、乔木种类和数量增多。从整体线路来看，见表 3.5-3，虽然边坡草灌混植的面积有所减少，但是播撒草籽数量大幅增多，主体工程区草灌恢复面积增加 287079m^2 。从现场踏勘来看，路基工程区实施的措施达到了水土流失防治的目的。

2) 桥涵工程区：边坡草灌混植 20000m^2 。

该区的水土保持植物措施类型与水土保持方案一致，对桥台周边采取了植草灌护坡绿化防护，植物措施增加。

3) 交叉工程区：边坡草灌混植 179474m^2 、栽植乔木 1192 株、栽植灌木 1596 株、撒播草籽 32769m^2 。

与原水土保持方案相比，坡脚及平坦区域新增栽植乔木 1192 株、栽植灌木 1596 株、撒播草籽 32769m^2 。该区的水土保持植物措施类型与水土保持方案一致，植物种类与数量增加。坡脚及平坦区域增加蔷薇、香樟、雪松、紫叶李、夹竹桃等，下面播撒草籽，形成乔灌草错落配置的体系，达到了水土保持的效果。

4) 沿线设施区：边坡草灌混植 34504m^2 、栽植灌木 1239 株。

与原水土保持方案相比，新增栽植灌木 1239 株。该区的主要措施为框格护坡内播撒草籽防护、沿坡脚及平坦区域绿化，主要灌木有四季桂、夹竹桃。在达到水土保持效果的同时，兼顾景观的效果。

5) 取土场区：栽植乔木 3000 株、撒播草籽 35m^2 。

取土场区水土保持植物措施与水土保持方案一致，通过查阅监理、监测及施工资料来看，植树措施减小，种草措施增加，主要是因为取土场恢复为水塘，仅在水塘四周开展绿化措施。

6) 施工营地区：栽植乔木 2000 株。

与原水土保持方案相比，新增栽植乔木 2000 株，这是因为根据实际需求，考虑到施工办公、住宿等生活场地，施工营地面积增加。

7) 施工道路区：栽植乔木 2600 株、撒播草籽 10m^2 。

与原水土保持方案相比，新增栽植乔木 2600 株，将水土保持方案中的种草措施调整为乔草结合。

4.3 临时防护措施监测结果

4.3.1 水土保持方案设计

本项目水土保持方案设计水土保持临时措施主要工程量汇总详见表 4-7。

表 4-7 水土保持方案设计临时措施量统计表

措施类型	建设内容	单位	分区数量						
			路基工程区	桥涵工程区	交叉工程区	沿线设施区	取(弃)土(渣)场区	施工营地区	施工道路区
临时措施	狗牙根草籽	kg	480		600	450			
	排水沟	m	15200		2080	2500	15600	8930	85250
	沉沙池	个	100	25				16	
	密目网	m ²	105000		40000				
	彩条布	m ²	189000						
	碎石	m ³						13500	
	袋装土	m ³		390	2200	9000			
	围堰拆除	m ³		15200					

4.3.2 实际完成

由于本工程为补充监测，现场已无法实地调查勘测临时措施、其工程量主要依靠查阅施工资料获得。工程涉及的临时防护措施主要有临时排水沟、沉沙池、彩钢板拦挡等。各项水土保持临时措施实际完成情况见表 4-8。

表 4-8 水土保持临时措施实际完成工程量情况表

分区	措施内容	单位	数量	备注
路基工程区	排水沟	m	20000	方案新增
	沉沙池	座	130	方案新增
	密目网	m ²	150000	方案新增
	彩条布	m ²	200000	方案新增
桥涵工程区	沉沙池	座	30	方案新增
	围堰拆除	m ³	100000	方案新增
交叉工程区	排水沟	m	3000	方案新增
	密目网	m ²	50000	方案新增
沿线设施区	排水沟	m	3000	方案新增
取(弃)土(渣)场区	排水沟	m	20000	方案新增
施工营地区	排水沟	m	10000	方案新增
	沉沙池	座	20	方案新增
	碎石	m ³	20000	方案新增
施工道路区	排水沟	m	85000	方案新增

4.3.3 变化情况

本项目水土保持方案设计临时措施工程量、实际完成工程量对比表见表 4-9。

表 4-9 本项目临时措施实际完成工程量与方案设计工程量对比表

分区	措施内容	单位	方案设计工程量	实际完成工程量	变化情况	备注
路基工程区	狗牙根草籽	kg	480		-480	
	排水沟	m	15200	20000	+4800	方案新增
	沉沙池	座	100	130	+30	方案新增
	密目网	m ²	105000	150000	+45000	方案新增
	彩条布	m ²	189000	200000	+11000	方案新增
桥涵工程区	沉沙池	座	25	30	+5	方案新增
	围堰拆除	m ³	15200	100000	+84800	方案新增
	袋装土	m ³	390		-390	方案新增
交叉工程区	狗牙根草籽	kg	600		-600	方案新增
	排水沟	m	2080	3000	+920	方案新增
	密目网	m ²	40000	50000	+10000	方案新增
	袋装土	m ³	2200		-2200	方案新增
沿线设施区	狗牙根草籽	kg	450		-450	方案新增
	排水沟	m	2500	3000	+500	方案新增
	袋装土	m ³	9000		-9000	方案新增
取(弃)土(渣)场区	排水沟	m	15600	20000	+4400	方案新增
施工营地区	排水沟	m	8930	10000	+1070	方案新增
	沉沙池	座	16	20	+4	方案新增
	碎石	m ³	13500	20000	+6500	方案新增
施工道路区	排水沟	m	85250	85000	-250	方案新增

1)路基工程区:临时排水沟 20000m、临时沉沙池 130 座、临时苫盖 350000m²。

该区未采取临时种草措施,原因是永久植物措施数量和种类增加,以水土保持植物措施代替水土保持临时种草措施。临时工程措施数量增加,苫盖、排水沟、沉沙池数量增加。

2)桥涵工程区:临时沉沙池 30 座、围堰拆除 100000m³。

该区实施的措施类型与水土保持方案设计基本一致,未采取袋装土拦挡措施,采取沉沙池和围堰拆除措施。

3)交叉工程区:临时排水沟 3000m、临时苫盖 50000m²。

该区落实了水土保持方案设计的临时排水沟与苫盖措施,未采取狗牙根草籽和袋装土拦挡措施。根据实际情况,调整水土保持措施类型,临时种草措施减少,以植物措施和工程措施代替临时措施。总体来看,达到了水土流失防治的目的。

4)沿线设施区:临时排水沟 3000m。

通过查阅监理、监测、施工资料,该区实施的水土保持临时措施类型与水土保持方案设计有所变化,未采取狗牙根草籽和袋装土拦挡措施,是因为施工中直接采取永临结合的方式,直接实施排水沟、绿化等永久措施。总体来看,该区采取的水土保持措施达到了水土流失防治的目的。

5)取土场区:临时排水沟 20000m。

该区实施的水土保持临时措施类型与水土保持方案设计一致,落实了水土保持方案中设计的临时排水措施,排水沟长度增加,这是因为取土场实际扰动面积增加。

6)施工营地区:临时排水沟 10000m、临时沉沙池 20 座、碎石压盖 20000m³。

该区实施的水土保持临时措施类型与水土保持方案设计一致,落实了方案中设计的排水沟、沉沙池、碎石苫盖,临时措施数量均有所增加,通过查阅监理、监测及施工资料来看,增加了办公、住宿等施工生活场地,施工营地区扰动面积增加。

7)施工道路区:临时排水沟 85000m。

该区水土保持临时措施种类与水土保持方案设计一致,排水沟长度略有减小,但是永久水土保持植物措施和永久工程措施增加,从总体来看,达到了水土流失防治的效果。

4.4 水土保持防治效果

通过实地监测，济南至祁门高速公路永城至利辛段工程建设单位和施工单位对水土保持工作较为重视，工程实施期间，积极开展了水土流失的治理工作。虽然部分水土保持措施量较批复的水土保持方案有一定程度的变化，但变化后措施的水土保持功能基本满足要求，可有效的防治建设过程中产生的水土流失。经实际监测，项目实施水土保持措施面积 311.65hm^2 ，其中工程措施面积 116.65hm^2 、植物措施面积 195.00hm^2 。

目前该项目已进入运行期，各项水土保持防护措施已经逐步发挥水土保持效益，但如要完全发挥水土保持作用需要继续维护各项措施的防护效果。应重点加强对各防治分区水土保持防护措施的管理，积极补充、完善防护措施体系，尽量减少水土流失量的增加。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程从 2013 年 9 月开始施工，由于先进行“四通一平”，扰动范围较为集中。随项目逐步开始建设，对地表扰动范围逐渐加大，水土流失面积也相应加大。项目建设后期，随着建筑物、道路等硬化区域的建设完成以及水面的覆盖，水土流失面积又相应减少。截止至 2015 年 11 月，主体工程的生产设施设备基本完工，建设期的累计扰动范围面积达最大，水土流失面积也基本不再变化。

本工程截止至竣工投产为止共扰动地表面积为 857.64hm²，其中建筑物、道路硬化及水面面积 543.40hm²，产生水土流失面积 314.24hm²。项目施工期水土流失面积详见表 5-1。

表 5-1 各防治分区各阶段水土流失面积

分区	年份	2013 年底	2014 年底	2015 年底
	路基工程区		149.60	213.25
桥涵工程区		1.23	3.26	3.26
交叉工程区		74.80	116.58	57.47
沿线设施区		16.16	10.67	8.14
取（弃）土（渣）场区		198.77	331.28	35.88
施工营地区		57.80	36.45	55.30
施工道路区		34.72	25.63	52.67
合计		533.08	737.12	314.24

5.2 土壤流失量

5.2.1 降雨数据观测

根据距离项目地最近的西阳雨量站统计资料，2013年9月~2015年11月期间，项目区所在区域总降水量为1686mm。项目区建设期分季度降水量情况见表5-2，图5-1。

表 5-2 项目区域 2013 年 9 月~2015 年 11 月降雨量统计表（单位：mm）

年份	降雨量
2013 年第四季度（2013 年 9 月~2013 年 12 月）	130
2014 年第一季度（2014 年 1 月~2014 年 3 月）	21
2014 年第二季度（2014 年 4 月~2014 年 6 月）	206
2014 年第三季度（2014 年 7 月~2014 年 9 月）	476
2014 年第四季度（2014 年 10 月~2014 年 12 月）	126
2015 年第一季度（2015 年 1 月~2015 年 3 月）	79
2015 年第二季度（2015 年 4 月~2015 年 6 月）	361
2015 年第三季度（2015 年 7 月~2015 年 9 月）	211
2015 年第四季度（2015 年 10 月~2015 年 11 月）	76
总计	1686

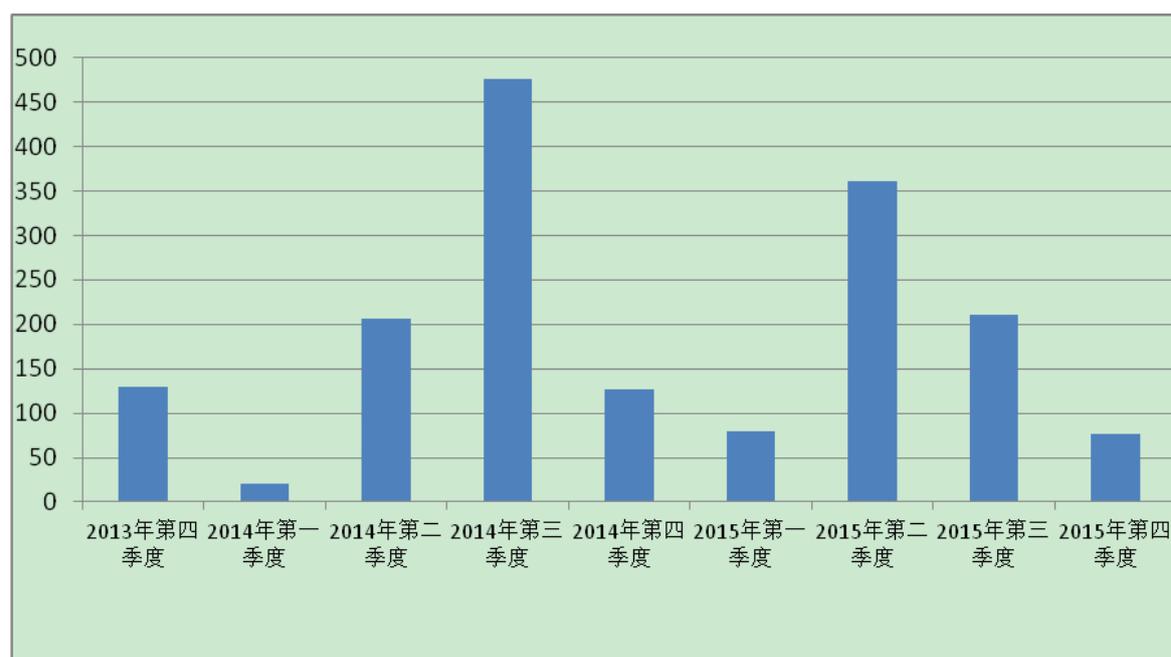


图 5-1 项目区域 2013 年 9 月~2015 年 11 月分季度降雨量分布图（单位：mm）

5.2.2 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

根据工程水土流失特点，将项目防治责任范围按照原地貌、扰动地表和实施防治措施三类划分侵蚀单元。在施工期原地貌占比例较高，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减小；最终原地貌被扰动地表和防治措施地表取代，随着防治措施实施，实施防治措施的地表比例增大。

(1) 原地貌侵蚀单元划分及侵蚀模数

本工程建设用地原地貌主要为平原，土地利用类型以耕地为主，工程总占地面积为 857.64hm²。由于本工程为补充监测，无法调查扰动区域施工前的水土流失背景值，监测工作组调查和测量了项目附近与原地貌地类相近的自然区域的土壤侵蚀模数，用来类比推算本项目各分区的水土流失背景值。具体结果详见表 5-3。

表 5-3 本工程原地貌侵蚀单元调查表

序号	工程单元(分区)	原地貌单元类型	水土流失背景值 [t/ (km ² ·a)]	原占地类型
1	路基工程区	平原	150	耕地、林地、住宅用地
2	桥涵工程区	平原	150	水域及水利设施用地
3	交叉工程区	平原	150	耕地、交通运输用地
4	沿线设施区	平原	150	耕地
5	取(弃)土(渣)场区	平原	180	耕地
6	施工营地区	平原	150	耕地
7	施工道路区	平原	150	耕地、交通运输用地

(2) 施工期地表扰动类型划分及侵蚀模数

工程施工期地表扰动类型包括开挖地貌、堆弃地貌和占压地貌三种，共划分 18 个地貌单元。由于本工程为补充监测，无法实际量测施工期间的土壤侵蚀模数，监测工作组通过类比已通过水土保持设施专项验收的济祁高速砀山段的水土保持监测成果，推算各原地貌单元的施工期土壤侵蚀模数。各分区地表扰动类型及侵蚀模数详见表 5-4。

表 5-4 各地表扰动地貌单元划分及土壤侵蚀模数情况表

序号	类型	地表扰动地貌单元	土壤侵蚀模数(t/km ² ·a)
1	开挖地貌类型	清基开挖地貌	1280
2		建构物基础开挖地貌	1280
3		道路基础平整开挖地貌	1000
6		桥梁基础开挖地貌	900
7		取土场施工开挖地貌	1600
8	堆弃地貌类型	表土临时堆放堆填地貌	1600
9		建筑物基础开挖土方临时堆放堆填地貌	1300
10		施工围堰土方堆填地貌	1600
11		钻渣淤泥临时晾晒堆填地貌	1000
12	占压地貌类型	路基工程区施工扰动占压地貌	1000
13		桥涵工程区施工扰动占压地貌	900
14		交叉工程区施工扰动占压地貌	1000
15		沿线设施区施工扰动占压地貌	800
16		取土场施工扰动占压地貌	1200
17		施工营地区施工扰动占压地貌	1100
18		施工道路区施工扰动占压地貌	1100

(3) 工程完工投产后（运行期）的侵蚀模数

本阶段工程已进入运行期，各项水土保持措施开始发挥效益，根据现场监测，各分区土壤侵蚀模数见表 5-5。

表 5-5 各防治分区运行期侵蚀模数表

序号	工程单元（分区）	土壤侵蚀模数（t/km ² ·a）
1	路基工程区	120
2	桥涵工程区	120
3	交叉工程区	120
4	沿线设施区	120
5	取（弃）土（渣）场区	140
6	施工营地区	130
7	施工道路区	130

(4) 各防治分区不同时段土壤侵蚀模数

每个防治分区在某个时段的地表扰动类型占地比例、每个防治分区所处的不同时段皆会对整个分区的土壤侵蚀模数产生影响，故每个分区的整体土壤侵蚀模数处于动态变化中。

监测工作组充分考虑以上影响因素，针对每个分区地表扰动类型特点及所处时段进行综合分析，将各单一因素的土壤侵蚀模数进行加权平均处理，得到每个防治分区的综合土壤侵蚀模数，详见表 5-6。

表 5-6 本项目各防治分区施工期不同时段土壤侵蚀模数表 单位: t/ (km²·a)

年份 分区	年份		
	2013年9月~2013年12月	2014年	2015年1月~2015年11月
路基工程区	1300	1400	1000
桥涵工程区	1100	1200	900
交叉工程区	1300	1400	1000
沿线设施区	1350	1400	1000
取(弃)土(渣)场区	1400	1600	1200
施工营地区	1100	1100	1100
施工道路区	1150	1100	1100

5.2.3 土壤流失量

经计算, 2013年9月~2015年11月, 本项目建设期共产生的总土壤流失量23018.57t, 其中背景土壤流失量2917.50t, 扰动地表新增土壤流失量20101.07t。详见表5-7。

表 5-7 本项目建设期土壤流失量汇总表

防治分区		2013年9月~2013年12月	2014年	2015年1月~2015年11月	合计
路基工程区	扰动土地面积 (hm ²)	149.60	249.32	249.32	
	背景侵蚀模数 (t/km ² •a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² •a	1300.00	1400.00	1000.00	
	背景土壤流失量 (t)	74.05	373.98	336.58	784.61
	总土壤流失量 (t)	641.78	3490.48	2243.88	6376.14
桥涵工程区	扰动土地面积 (hm ²)	2.93	9.76	9.76	
	背景侵蚀模数 (t/km ² •a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² •a	1100.00	1200.00	900.00	
	背景土壤流失量 (t)	1.45	14.64	13.18	29.27
	总土壤流失量 (t)	10.64	117.12	79.06	206.81
交叉工程区	扰动土地面积 (hm ²)	74.80	124.67	124.67	
	背景侵蚀模数 (t/km ² •a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² •a	1300.00	1400.00	1000.00	
	背景土壤流失量 (t)	37.03	187.01	168.30	392.34
	总土壤流失量 (t)	320.89	1745.38	1122.03	3188.30
沿线设施区	扰动土地面积 (hm ²)	16.16	26.94	26.94	
	背景侵蚀模数 (t/km ² •a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² •a	1350.00	1400.00	1000.00	
	背景土壤流失量 (t)	8.00	40.41	36.37	84.78
	总土壤流失量 (t)	71.99	377.16	242.46	691.61
取(弃)土(渣)场区	扰动土地面积 (hm ²)	198.77	331.28	331.28	
	背景侵蚀模数 (t/km ² •a)	180.00	180.00	180.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² •a	1400.00	1600.00	1200.00	
	背景土壤流失量 (t)	118.07	596.30	536.67	1251.05
	总土壤流失量 (t)	918.32	5300.48	3577.82	9796.62

续表 5-7 本项目建设期土壤流失量汇总表

防治分区		2013年9月~2013年12月	2014年	2015年1月~2015年11月	合计
施工营地区	扰动土地面积 (hm ²)	57.80	57.80	57.80	
	背景侵蚀模数 (t/km ² ·a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² ·a	1100.00	1100.00	1100.00	
	背景土壤流失量 (t)	28.61	86.70	78.03	193.34
	总土壤流失量 (t)	209.81	635.80	572.22	1417.83
施工道路区	扰动土地面积 (hm ²)	34.72	57.87	57.87	
	背景侵蚀模数 (t/km ² ·a)	150.00	150.00	150.00	
	扰动后侵蚀模数 t/km ² ·a	1150.00	1100.00	1100.00	
	背景土壤流失量 (t)	17.19	86.81	78.12	182.12
	总土壤流失量 (t)	131.76	636.57	572.91	1341.25
总计	背景土壤流失量 (t)				2917.50
	总土壤流失量 (t)				23018.57
	新增土壤流失量				20101.07

5.3 取弃土场潜在土壤流失量

本工程共设置了 58 处取土场，目前皆已利用完毕并恢复为水塘，用于农业灌溉和养殖。水塘为相对封闭的空间，会产生水土的交互和搬运，但基本不会向外界流失。经现场调查，取土场恢复的水塘目前整体环境良好，与周边生态协调性较好，不产生重大水土流失危害。

本工程未设置弃土场，无潜在土壤流失危害。

5.4 水土流失危害

济南至祁门高速公路永城至利辛段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，分析各防治分区六大防治目标达标情况。

本工程水土保持方案设计各防治分区六项指标防治目标见表 6-1。

表 6-1 方案设计各防治区六项防治目标表

防治指标	标准规定	按降水量修正	按土壤侵蚀强度修正	按地形改正	采用标准
扰动土地整治率(%)	90				90
水土流失总治理度(%)	80	+2			82
土壤流失控制比	0.4		+0.6		1.0
拦渣率(%)	90				90
林草植被恢复率(%)	90	+2			92
林草覆盖率(%)	15	+2			17

6.1 扰动土地整治率

根据现场调查及监测结果，本工程施工扰动土地面积为 857.64hm²。通过各项措施共计完成整治面积 855.05hm²，其中植物措施 195.00hm²，工程措施 116.65hm²，建筑物、道路硬化及水面面积 543.40hm²。项目区扰动土地整治率为 99.70%。各分区扰动土地整治率详见表 6-2。

表 6-2 各分区扰动土地整治率计算表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	扰动土地治理面积				扰动土地整治率 (%)
		植物措施 (hm ²)	工程措施 (hm ²)	建筑物、道路硬化及水面 (hm ²)	小计	
路基工程区	249.32	88.00	13.30	147.80	249.10	99.91
桥涵工程区	9.76	2.00	1.00	6.50	9.50	97.34
交叉工程区	124.67	52.00	4.97	67.20	124.17	99.60
沿线设施区	26.94	6.00	1.65	18.80	26.45	98.18
取(弃)土(渣)场区	331.28	35.00		295.40	330.40	99.73
施工营地区	57.80	2.00	53.08	2.50	57.58	99.62
施工道路区	57.87	10.00	42.65	5.20	57.85	99.97
合计	857.64	195.00	116.65	543.40	855.05	99.70

6.2 水土流失总治理度

本项目水土流失总面积为 314.24hm²，治理达标面积为 311.65hm²（其中工程措施面积 116.65hm²、植物措施面积 195.00hm²），水土流失治理度为 99.18%。各分区水土流失总治理度详见表 6-3。

表 6-3 各分区水土流失总治理度计算表

防治分区	扰动面积 (hm ²)	建筑物、道路硬化及水面 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土流失治理面积			水土流失总治理度 (%)
				植物措施 (hm ²)	工程措施 (hm ²)	小计	
路基工程区	249.32	147.80	101.52	88.00	13.30	101.30	99.78
桥涵工程区	9.76	6.50	3.26	2.00	1.00	3.00	92.02
交叉工程区	124.67	67.20	57.47	52.00	4.97	56.97	99.13
沿线设施区	26.94	18.80	8.14	6.00	1.65	7.65	93.98
取(弃)土(渣)场区	331.28	295.40	35.88	35.00		35.00	97.55
施工营地区	57.80	2.50	55.30	2.00	53.08	55.08	99.60
施工道路区	57.87	5.20	52.67	10.00	42.65	52.65	99.96
合计	857.64	543.40	314.24	195.00	116.65	311.65	99.18

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本工程建设期共挖填土石方总量 1128.48 万 m³，主要以填方为主，不足的土方由取土场取得，建设过程中产生的临时堆土主要用于主体工程建设区平衡利用，无永久弃土、弃渣，临时堆土也得到了妥善防护。工程运行期不产生土方挖填，未发生严重的水土流失问题。本工程拦渣率达到 98%。

6.4 土壤流失控制比

本项目位于北方土石山区，根据《土壤侵蚀分类分级标准（水利部 SL190-2007）》，结合现场调查和类比分析，项目区土壤容许流失量为 200t/km²·a。项目所经地区水土流失以微度水力侵蚀为主，治理后平均土壤侵蚀模数约为 129t/(km² a)。

经计算，该项目区总体土壤流失控制比为 1.55。随着各项水土保持措施效益的进一步发挥，项目区的土壤侵蚀模数还将会进一步下降。各分区土壤控制比情况详见表 6-4。

表 6-4 土壤流失控制比统计计算总表

防治责任分区	实施措施后侵蚀模数 t/(km ² a)	土壤容许流失量 t/(km ² a)	控制比	目标值	达标情况
路基工程区	120	200	1.67	1	达标
桥涵工程区	120	200	1.67	1	达标
交叉工程区	120	200	1.67	1	达标
沿线设施区	120	200	1.67	1	达标
取(弃)土(渣)场区	140	200	1.43	1	达标
施工营地区	130	200	1.54	1	达标
施工道路区	130	200	1.54	1	达标
加权平均值	129	200	1.55	1	达标

6.5 林草植被恢复率、林草覆盖率

据调查核实，项目区防治责任范围总面积 857.64hm²，可恢复林草面积为 197.59hm²，实施植物措施面积为 195.00hm²，林草植被恢复率为 98.69%，林草覆盖率达到 22.74%。林草覆盖率、林草植被恢复情况详见表 6-5。

表 6-5 林草覆盖率、林草植被恢复情况统计计算表

防治分区	防治责任范围面积 (hm ²)	可恢复面积 (hm ²)	植物措施面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
路基工程区	249.32	88.22	88.00	99.75	35.30
桥涵工程区	9.76	2.26	2.00	88.50	20.49
交叉工程区	124.67	52.50	52.00	99.05	41.71
沿线设施区	26.94	6.49	6.00	92.45	22.27
取(弃)土(渣)场区	331.28	35.88	35.00	97.55	10.57
施工营地区	57.80	2.22	2.00	90.09	3.46
施工道路区	57.87	10.02	10.00	99.80	17.28
合计	857.64	197.59	195.00	98.69	22.74

6.6 水土流失防治效果

通过实地监测，本工程综合扰动土地整治率 99.70%，水土流失总治理度 99.18%，拦渣率 98%，土壤流失控制比 1.55，林草植被恢复率 98.69%，林草覆盖率 22.74%。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 6-6。

表 6-6 本工程水土保持措施实施效果评价指标汇总表

指标	概念	实测数值	目标值	达标情况
扰动土地整治率 (%)	项目防治责任范围内的扰动土地整治面积占扰动土地面积的百分比	99.70	90	达标
水土流失总治理度 (%)	项目防治责任范围内的水土流失防治面积占防治责任范围内水土流失总面积的百分比	99.18	82	达标
拦渣率 (%)	项目防治责任范围内实际拦挡弃土弃渣量与防治责任范围内弃土弃渣总量的百分比	98	90	达标
土壤流失控制比	项目防治责任范围内项目防治责任范围内的允许土壤流失量与治理后的平均土壤流失量之比	1.55	1.0	达标
林草植被恢复率 (%)	项目防治责任范围内植被恢复面积占防治责任区范围内可恢复植被面积百分比	98.69	92	达标
林草覆盖率 (%)	项目防治责任范围内的林草面积占防治责任范围总面积的百分比	22.74	17	达标

7 结论

7.1 水土流失动态变化

济南至祁门高速公路永城至利辛段工程防治责任范围面积 857.64hm²，其中永久占地 410.69hm²，临时占地 446.95hm²。项目施工过程中，施工单位优化施工工艺，将施工活动控制在征地范围内，减少了对周边环境的影响。

通过查阅资料和实地调查监测，本项目建设期完成挖方 94.03 万 m³（含表土剥离 62.97 万 m³），填方 1054.45 万 m³（含表土回覆 70 万 m³），外借土方 960.42 万 m³（含表土 7.03 万 m³），无弃方。本工程剥离的表土主要用于后期道路沿线绿化覆土和临时占地的复耕用土。

项目施工过程中，剥离的表土集中堆放，施工后期作为绿化覆土，较好的保护了表土资源；各防治分区之间土石方就近调配，综合利用。

本工程建设期间水土流失主要发生在主体工程区域和取（弃）土（渣）场区。根据实地监测数据，结合调查资料计算，2013 年 9 月~2015 年 11 月，本项目建设期共产生的总土壤流失量 23018.57t，其中背景土壤流失量 2917.50t，扰动地表新增土壤流失量 20101.07t。

目前，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 99.70%，水土流失总治理度 99.18%，拦渣率 98%，土壤流失控制比 1.55，林草植被恢复率 98.69%，林草覆盖率 22.74%。各项指标监测值均达到开发建设项目建设类三级防治标准。

7.2 水土保持措施评价

本项目水土保持工程措施主要包括：表土剥离 70 万 m³、表土回覆 70 万 m³、土地整治 288.73hm²、护坡 49926m³、排水沟 165998m、集水盲沟 73.14km、集水井 295 个；

植物措施主要包括：边坡草灌混植 801430m²、栽植乔木 8792 株、栽植灌木 54230 株、撒播草籽 81.54hm²；

临时措施主要包括：临时排水沟 141000m、临时沉沙池 180 座、临时苫盖 400000m²、围堰拆除 100000m³、碎石压盖 20000m³。

本项目水土保持措施总体布局以工程措施为主，植物措施为辅，工程措施、植物措施有机结合，临时措施保证及时跟进，点、线、面上水土流失治理相互作用

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

(1) 本工程水土保持补充监测工作始于 2019 年 6 月，之前施工期（2013 年 9 月~2015 年 11 月）缺乏现场实测数据，只能通过查阅资料、历史遥感影像分析、典型调查和类比分析等方法进行估算，对监测数据的精度有一定的影响。

(2) 建议结合后期工程需求，植被措施及时维护，做好水土流失防治工作。

7.4 综合结论

(1) 济南至祁门高速公路永城至利辛段工程主要建设四车道高速公路 71.697km，设计行车速度 120km/h，并建有配套设施。工程于 2013 年 9 月 10 日开工，2015 年 11 月 20 日完工，工程总工期 27 个月。

(2) 工程建设实际发生水土流失防治责任范围 857.64hm²，扰动地表面积 857.64hm²，造成水土流失面积 314.24hm²。

(3) 工程实际实施各类水土保持措施防护面积 311.65hm²，其中工程措施面积 116.65hm²、植物措施面积 195.00hm²。建（构）筑物、道路硬化及水面面积 543.40hm²。

(4) 工程综合扰动土地整治率 99.70%，水土流失总治理度 99.18%，拦渣率 98%，土壤流失控制比 1.55，林草植被恢复率 98.69%，林草覆盖率 22.74%。各项指标监测值均达到方案设计防治目标值。

(5) 目前该项目已进入运行期，各项水土保持防护措施已经逐步发挥水土保持效益，运行状况良好。