

## 目 录

<b>1 综合说明 .....</b>	<b>1</b>
1.1 项目简况 .....	1
1.2 编制依据 .....	3
1.3 设计水平年 .....	5
1.4 水土流失防治责任范围 .....	5
1.5 水土流失防治目标 .....	5
1.6 项目水土保持评价结论 .....	6
1.7 水土流失预测结果 .....	9
1.8 水土保持措施布设成果 .....	10
1.9 水土保持监测方案 .....	12
1.10 水土保持投资及效益分析成果 .....	13
1.11 结论 .....	13
<b>2 项目概况 .....</b>	<b>16</b>
2.1 项目组成及工程布置 .....	16
2.2 施工组织 .....	39
2.3 工程占地 .....	43
2.4 土石方平衡 .....	46
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建 .....	53
2.6 施工进度 .....	53
2.7 自然概况 .....	54
<b>3 项目水土保持评价 .....</b>	<b>57</b>
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价 .....	57
3.2 建设方案与布局水土保持评价 .....	60
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定 .....	78
<b>4 水土流失分析与预测 .....</b>	<b>81</b>

4.1 水土流失现状 .....	81
4.2 水土流失影响因素分析 .....	81
4.3 土壤流失量预测 .....	85
4.4 水土流失危害预测 .....	95
4.5 指导性意见 .....	96
<b>5 水土保持措施 .....</b>	<b>97</b>
5.1 防治区划分 .....	97
5.2 措施总体布局 .....	97
5.3 分区措施布设 .....	100
5.4 施工要求 .....	145
<b>6 水土保持监测 .....</b>	<b>150</b>
6.1 监测范围和时段 .....	150
6.2 监测内容与方法 .....	150
6.3 点位布设 .....	154
6.4 实施条件和成果 .....	154
<b>7 水土保持投资估算及效益分析 .....</b>	<b>157</b>
7.1 投资估算 .....	157
7.2 效益分析 .....	179
<b>8 水土保持管理 .....</b>	<b>180</b>
8.1 组织管理 .....	180
8.2 后续设计 .....	181
8.3 水土保持监测 .....	182
8.4 水土保持监理 .....	182
8.5 水土保持施工 .....	183
8.6 水土保持验收 .....	184

## 1.附表

## 2.附件

(1) 内蒙古自治区“十四五”公路水路交通运输发展规划。

(2) 内蒙古自治区发展和改革委员会 宁夏回族自治区发展和改革委员会关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程可行性研究报告的批复（内发改基础字〔2023〕822 号）。

(3) 交通运输部关于 G1816 乌玛高速内蒙古乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段初步设计的批复（交公路函〔2023〕515 号）。

(4) 内蒙古自治区交通运输厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段两阶段施工图设计的批复（内交发〔2023〕991 号）。

(5) 内蒙古自治区自然资源厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段工程项目用地预审与选址意见书的批复（内自然资预审字〔2023〕11 号）。

(6) 自然资源部办公厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段（石嘴山市境内）工程建设用地预审意见的函（自然资办函〔2023〕202 号）。

(7) G1816 乌海至玛沁高速公路乌海至石嘴山段巴音陶亥黄河特大桥（方案调整）洪水影响评价类审批准予行政许可决定书（黄许可决〔2024〕101 号）。

(8) 地方政府、地方自然资源部门、水利部门等关于取（弃）土场确认意见。

(9) 内蒙古交通集团有限公司授权内蒙古交通集团有限公司项目管理分公司依法履行建设管理法人职责的授权书。

(10) 关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程土石方调配的说明。

### 3.附图

- (1) 项目区地理位置图 2.1;
- (2) 项目区总体布置图及线路纵断面图 2.2;
- (3) 主线路基标准横断面图 2.3;
- (4) 主体工程小于 3.0m 路基边坡种草设计图 2.4;
- (5) 主体工程路基拱形骨架防护设计图 2.5;
- (6) 主体工程路基空心六棱植草砖防护设计图 2.6;
- (7) 主体工程路基边坡排水系统设计图 2.7;
- (8) 主体工程路基排水沟设计图 2.8;
- (9) 主体工程路基边沟设计图 2.9~2.10;
- (10) 主体工程路基截水沟设计图 2.11;
- (11) 主体工程路基坡脚耕地挡水埝设计图 2.12;
- (12) 主体工程路基边坡急流槽设计图 2.13;
- (13) 双敖包沟互通工程平面布置图 2.14;
- (14) 巴音陶亥北互通工程平面布置图 2.15;
- (15) 巴音陶亥服务区平面布置图 2.16;
- (16) 取(弃)土场地形图 2.17~2.18;
- (17) 项目区水系图 2.21;
- (18) 项目区表土分布调查图 2.22;
- (19) 项目区土壤侵蚀图 4.1;
- (20) 项目区水土流失重点防治区划分图 4.2;
- (21) 项目水土流失防治总体布局图、防治责任范围及监测点位布置图

### 5.2;

- (22) 路基工程区防治措施布局图 5.3;
- (23) 互通工程区防治措施布局图 5.4;
- (24) 附属设施区防治措施布局图 5.5;
- (25) 施工生产生活区防治措施布局图 5.6;
- (26) 施工便道区防治措施布局图 5.7;
- (27) 临时堆土区拦挡及苫盖防护设计图 5.8;
- (28) 集雨蓄水池设计图 5.9;
- (29) 互通工程区绿化设计图 5.10;
- (30) 附属设施区绿化设计图 5.11;

- (31) 取（弃）土场土埂网格及防治措施设计图 5.12;
- (32) 施工生产生活区临时排水沟及沉沙池设计图 5.13;
- (33) 施工生产生活区种植灌草设计图 5.14。

## 1 综合说明

### 1.1 项目简况

#### 1.1.1 项目基本情况

##### (1) 项目建设必要性

G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程（简称乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段高速公路）是 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线路中的一段，已列入《内蒙古自治区“十四五”公路水路交通运输发展规划》。本项目的实施对于深入贯彻实施西部大开发以及黄河流域生态保护和高质量发展国家战略，尽快打通国家高速公路省际待贯通段，完善国家高速公路网布局，促进沿线优势资源开发和区域经济社会协调发展等都具有重要意义。内蒙古自治区发展和改革委员会及宁夏回族自治区发展和改革委员会以“内发改基础字”（2023）822 号文批复了项目可行性研究报告，项目代码：2103-150303-04-01-655868。

##### (2) 项目基本情况

乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段高速公路位于内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内，线路呈东北向西南走向。本工程属新建建设类项目，本工程由路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、附属设施区、取（弃）土场区、施工生产生活区、施工便道区及供电线路区组成。项目起点位于乌海市海南区双敖包沟附近，在 G18 荣乌高速公路 K1744+536 处设置互通与其衔接，起点桩号为 K0+000，途经乌海市海南区和石嘴山市惠农区，终点止于宁夏回族自治区石嘴山市惠农区滨河大道西侧约 400m 处，与在建 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线惠农至石嘴山段顺接，终点桩号为 K18+761。线路全长 18.761km，其中内蒙古自治区乌海市海南区境内长 15.28km，宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内长 3.481km；主线为双向四车道高速公路标准，采用整体式路基，路基宽度为 26.0m，路基长度 14185.08m，沥青砼路面，设计时速 100km/h。主线设互通工程 2 处，桥梁 4575.92m/6 座（黄河特大桥 4258.4m/1 座，中桥 317.52m/5 座），涵洞 18 道，服务区 1 处，收费站管理所 1 处（与养护工区合建）。全线设取（弃）土场 2 处；施工生产生活区 4 处；在占地红线范围外，新修筑临时施工便道长 19.616km（包括穿越黄河钢栈桥 4.259km）；拟建供电线路 12.26km，其中永临结合建设服务区、收费站永久供电线路 7.70km，施工临时供电线路 4.56km；施工用水就近购买，用水车拉水解决。本工程全线共需拆迁铁皮房 460m<sup>2</sup>，围墙 200m，围栏 4045m。拆迁区域被路基占压，拆迁实施全额赔偿。

工程建设总占地面积为 188.68hm<sup>2</sup>，其中永久占地 126.56hm<sup>2</sup>，临时占地 62.12hm<sup>2</sup>；本工程土石方总量 237.34 万 m<sup>3</sup>，其中挖方 80.76 万 m<sup>3</sup>（含表土剥离 13.56 万 m<sup>3</sup>），填方 156.58 万 m<sup>3</sup>（含表土回覆 13.56 万 m<sup>3</sup>），借方 83.42 万 m<sup>3</sup>（来源于 2 处取（弃）土场），弃方 7.60 万 m<sup>3</sup>（弃于 2 处取（弃）土场）。工程计划于 2024 年 10 月开工，拟于 2029 年 10 月完工，总工期 61 个月。工程总投资 23.50 亿元，其中土建工程费为 18.82 亿元。工程由内蒙古交通集团有限公司项目管理分公司投资建设，资金来源为交通运输部安排车购税交通专项资金（占 35%）；内蒙古自治区本级专项债券（占 65%）。

### 1.1.2 项目前期工作进展情况

#### （1）工程设计情况

2023 年 6 月 27 日，内蒙古自治区发展和改革委员会及宁夏回族自治区发展和改革委员会以内发改基础字〔2023〕822 号文对本工程可行性研究报告予以批复。2023 年 7 月，内蒙古交通设计研究院有限责任公司完成了本工程初步设计工作；2023 年 9 月 28 日，交通运输部以交公路函〔2023〕515 号文对初步设计予以批复。2023 年 11 月 13 日，内蒙古自治区交通运输厅以内交发〔2023〕991 号文对该公路两阶段施工图设计予以批复。截止目前，建设单位已取得建设项目用地预审手续及黄河特大桥防洪评价报告的行政许可文件；工程环境影响评价报告正在办理中。

#### （2）方案编制情况

2023 年 12 月建设单位委托中国水利水电科学研究院编制《G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程水土保持方案报告书》。接受委托后，我单位组织技术人员，与建设、主体设计等单位开展了项目外业调查工作，收集了项目区的自然概况、水土流失及水土保持、主体设计等方面的资料，深入现场查勘，采用无人机对工程关键节点及重要项目组成拍摄了影像资料，取（弃）土场逐个勘查，并查勘了公路所经地区植被及土壤分布情况。依据本工程两阶段施工图设计，按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)和《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定，编制完成了《G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程水土保持方案报告书》。

### 1.1.3 自然简况

本工程地处乌海市海南区桌子山西南山麓，是桌子山山谷向黄河冲积阶地过渡地带；工程沿线地貌类型以低山丘陵为主；项目区属中温带干旱大陆性气候，多年平均气温 8.8~9.1℃，年降水量 150.0~155.0mm，项目区处于干旱区；年蒸发量 2190.4~2256.1mm，

年均风速 2.4~2.8m/s, 大风日数 9~14 天, 最大冻土深 135~140cm; 项目区土壤类型以棕钙土为主; 植被类型为荒漠草原, 沿线林草覆盖率 10%~25%。

线路所经乌海市海南区和石嘴山市惠农区水土保持一级区划为西北黄土高原区, 二级区划为宁蒙覆沙黄土丘陵区; 项目区容许土壤流失量为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ; 线路所经海南区段原地貌水蚀模数  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ , 风蚀模数  $3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ; 惠农区段原地貌水蚀模数  $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ , 风蚀模数  $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主, 兼有水力侵蚀, 侵蚀强度为中度; 线路所经乌海市海南区属黄河内蒙古自治区级水土流失重点治理区; 石嘴山市惠农区为宁夏回族自治区级水土流失一般预防区。项目在黄河特大桥 (K14+600~K18+641.2) 段跨越黄河青石段大鼻吻鮎国家级水产种质资源保护区; 项目在桩号 K13+620~K14+720 段以桥梁形式跨越明长城保护区; 涉及以上 2 处保护区都已取得主管部门的意见。除以上水土保持敏感区外, 项目不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》(1991 年 6 月 29 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过, 2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订);

(2) 《中华人民共和国黄河保护法》(2022 年 10 月 30 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过, 2023 年 4 月 1 日实施);

(3) 《内蒙古自治区水土保持条例》(2015 年 7 月 26 日内蒙古自治区第十二届人民代表大会常务委员会第十七次会议通过, 2024 年 7 月修订);

(4) 《宁夏回族自治区实施<中华人民共和国水土保持法>办法》(1997 年 10 月 17 日通过, 2015 年 7 月 31 日修订, 2015 年 9 月 1 日施行)。

### 1.2.2 规章、规范性文件

(1) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定(试行)的通知》(办水保〔2018〕135 号);

(2) 《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》(水保〔2019〕160 号);

(3) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(办水保〔2019〕172 号);



(4) 《水利部办公厅关于实施生产建设项目水土保持信用监管“两单”制度的通知》(办水保〔2020〕第 157 号)；

(5) 《水利部办公厅关于进一步加强河湖管理范围内建设项目管理的通知》(办河湖〔2020〕177 号)；

(6) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准的通知》(办水保函〔2020〕第 564 号)；

(7) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》(水利部令第 53 号, 2023 年 1 月)；

(8) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案审查要点的通知》(办水保〔2023〕177 号)；

(9) 《宁夏回族自治区生产建设项目水土保持监督管理办法》(宁水规发〔2023〕2 号)；

(10) 《内蒙古自治区生产建设项目水土保持监督管理办法》(内水保〔2024〕13 号)。

### 1.2.3 技术标准

(1) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)；

(2) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)；

(3) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)；

(4) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018)；

(5) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；

(6) 《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)；

(7) 《水土保持监理规范》(SL/T523-2024)；

(8) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)；

(9) 《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)；

(10) 《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012)；

(11) 《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006)；

(12) 《水利水电工程制图标准水土保持制图》(SL73.6-2015)；

(13) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)。

### 1.2.4 技术资料与相关文件

(1) G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程两阶段施工图设计(内蒙古交通设计研究院有限责任公司, 2023 年 11 月)。

1.3 设计水平年

主体工程计划于 2024 年 10 月开工，拟于 2029 年 10 月完工，水土保持措施全部实施且充分发挥水土保持效益的年份为 2030 年，因此本方案设计水平年确定为 2030 年。

1.4 水土流失防治责任范围

本工程水土流失防治责任范围为 188.68hm<sup>2</sup>，其中永久占地 126.56hm<sup>2</sup>，临时占地 62.12hm<sup>2</sup>；行政区划属于内蒙古自治区乌海市及宁夏回族自治区石嘴山市，其中乌海市境内 170.67hm<sup>2</sup>，石嘴山市境内 18.01hm<sup>2</sup>。防治责任范围详见表 1-1。

表 1-1 水土流失防治责任范围表（按行政区划分） 单位：hm<sup>2</sup>

行政区划	论起桩号	项目名称	防治责任范围		
			永久占地	临时占地	合计
内蒙古自治区乌海市海南区	K0+000~K15+280	路基工程区	62.27		62.27
		桥梁工程区	5.1	0.5	5.6
		互通工程区	41.89		41.89
		附属设施区	8.02		8.02
		取（弃）土场		33.2	33.2
		施工生产生活区		8.23	8.23
		施工便道区		8.07	8.07
		供电线路区		3.39	3.39
		小计	117.28	53.39	170.67
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	K15+280~K18+761	路基工程区	0.97		0.97
		桥梁工程区	8.31	1.5	9.81
		施工生产生活区		5.2	5.2
		施工便道区		1.74	1.74
		供电线路区	0.002	0.29	0.29
		小计	9.28	8.73	18.01
合计			126.56	62.12	188.68

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

线路所经乌海市海南区属黄河内蒙古自治区级水土流失重点治理区，乌海市海南区境内线路长度占线路总长的 82%；线路所经石嘴山市惠农区为宁夏回族自治区级水土流失一般预防区，石嘴山市惠农区境内线路长度占线路总长的 18%，且线路终点距惠农区主城区不到 2km，本着就高的原则，项目水土流失执行一级标准；乌海市海南区和石嘴山市惠农区属于西北黄土高原区，因此项目执行西北黄土高原区一级标准。

1.5.2 防治目标

（1）基本目标

- ①项目建设范围内的新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理；
- ②水土保持设施安全有效；
- ③水土资源、林草植被得到最大限度的保护与恢复；

④六项指标符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定。

## (2) 防治目标

项目区多年平均降水量 150.0~155.0mm，根据《中国气候区划名称与代码气候带和气候大区》(GB/T17297)，属于干旱地区；按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定，本项目的水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率可降低 3%~5%；但项目涉及内蒙古自治区级水土流失重点治理区，需提高防治标准，水土流失治理度提高 1%，林草植被恢复率、林草覆盖率采用标准值；项目区经过村镇及城市规划区，渣土防护率提高 1%；项目区土壤侵蚀强度以中度为主，土壤流失控制比采用标准值。因此，设计水平年的防治目标值为：水土流失治理度 94%，土壤流失控制比 0.8，渣土防护率 93%，表土保护率 90%，林草植被恢复率 95%，林草覆盖率 22%。水土流失防治目标见表 1-2。

**表 1-2 本工程水土流失防治目标表**

水土保持区划	防治目标	黄土高原区一级标准		修正系数			方案确定目标值	
		施工期	设计水平年	按干旱程度调整值	按侵蚀强度调整值	提高标准值	施工期	设计水平年
西北黄土高原区	水土流失治理度(%)	-	93			+1	-	94
	土壤流失控制比	-	0.80				-	0.8
	渣土防护率(%)	90	92			+1	90	93
	表土保护率(%)	90	90				90	90
	林草植被恢复率(%)	-	95				-	95
	林草覆盖率(%)	-	22				-	22

## 1.6 项目水土保持评价结论

### 1.6.1 主体工程选址（线）评价

项目不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带内；项目区内不存在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，不涉及自然保护区；线路所经乌海市海南区属黄河自治区级水土流失重点治理区，石嘴山市惠农区属自治区级水土流失一般预防区，无法避让，主体工程选线存在制约性因素。工程针对涉及的水土保持敏感区执行西北黄土高原区水土流失防治一级标准，并优化施工工艺，严格控制施工扰动范围，增设了雨水集蓄利用措施，提高截排水工程防洪标准，提高水土流失治理度及渣土防护率指标值，施工过程中布置临时拦挡、排水及沉沙池设施，从而有效控制施工过程中水土流失。施工结束后尽快恢复生态功能，以弥补工程施工造成的不利影响。在此基础上，工程选（址）线基本符合水土保持要求。

## 1.6.2 建设方案与布局评价

### （1）建设布局

项目在高填方及深挖路段，主体工程设计加大桥梁和互通立交比例的方案，桥梁比例占线路长度的 24.4%，减少大填大挖。本项目无法避让水土流失重点治理区，路基、路堑在保证边坡稳定的基础上，边坡采用了拱形骨架防护，空心六棱植草砖防护等工程与植物防护相结合的设计方案；并配套建设较完整的排水系统；附属设施区提高了植被建设标准；取（弃）土场区、施工生产生活区及临时堆土场周边设置临时拦挡及临时排水措施，防洪标准提高 1 级（由 3 年一遇提高至 5 年一遇短历时设计暴雨），且渣土防护率及水土流失治理度提高 1 个百分点。本项目在建设方案和布局上符合水土保持要求。综上所述，建设方案在落实水土保持等相关要求的前提下，工程建设方案和布局符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）要求。

### （2）工程占地

工程总占地 188.68hm<sup>2</sup>，其中永久占地 126.56hm<sup>2</sup>，临时占地 62.12hm<sup>2</sup>。永久占地属于规划的公路用地，占地符合国家相关用地政策；公路用地指标符合要求。

项目永久用地占 67%，临时用地占 33%；主体工程在互通内空地设置收费站管理所及养护工区，最大程度地减少了永久占地面积。

根据内蒙古自治区自然资源厅《关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段工程项目用地预审与选址意见书的批复》（内自然资预审字〔2023〕11 号）内蒙古自治区内永久占地为 117.2860hm<sup>2</sup>，现阶段内蒙古自治区内永久占地为 117.28hm<sup>2</sup>，满足用地预审。根据自然资源部办公厅《自然资源部办公厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段（石嘴山市境内）工程建设用地预审意见的函》（自然资办函〔2023〕202 号）石嘴山市境内永久用地为 9.28hm<sup>2</sup>，现阶段石嘴山市境内永久占地为 9.28hm<sup>2</sup>，满足用地预审。

工程大临工程优先考虑永临结合，弃土回填取（弃）土场，不另外布置弃土场，符合节约用地原则；供电线路采取了永临结合的方式，为满足施工要求在穿越黄河时需修筑钢栈桥，施工便道尽量占用生产力较低的土地，施工结束后，临时占用的少量耕地及时采取复耕措施，恢复地力；其它临时占地恢复其原有功能。

综上，工程占地符合节约用地和减少扰动的原则，临时占地能满足施工需要，符合《生产建设项目水土保持技术标准》的规定。

### （3）土石方平衡

### ①弃渣资源化、减量化评价

主体工程优化线路平纵断面设计，施工图阶段将路基平均填高设计为 3.84m，通过降低路基填高减少了土石方量 16.16 万  $\text{m}^3$ 。优化平纵断面的同时，也加大挖方的利用，挖方利用率达到 90%，仅为少部分不利用的弃土及钻渣弃往取（弃）土场。

充分结合本工程实际情况，利用弃土（渣）修筑取（弃）土场挡水围埂等水保措施，其余弃土（渣）弃方用于回填取（弃）土场，利用弃方对取（弃）土场进行修整，使取（弃）土场底部平台更有形，利于后期恢复景观效果。

### ②土石方平衡评价

本工程共剥离了表土 13.56 万  $\text{m}^3$ ，表土采取集中堆放，并采取栏挡及临时防护措施，各防治分区间可实现表土完全利用。表土剥离厚度，利用方式满足水土保持要求。根据工程施工图设计，工程借方全部来源于取（弃）土场，全部弃方就近弃于取（弃）土场最大程度的减少了土石方调配量；路基土石方挖填数量按每公里进行计算，主体工程路基开挖以纵向调用为原则。工程土方利用量为 73.16 万  $\text{m}^3$ ，挖方利用率为 90%，挖方尽可能得到充分利用。

综上，本工程主体设计坚持以土石方“减量化控制”、“资源化利用”的基本原则，在加大土石方调配及弃方综合利用力度方面进行了深入研究，土石方挖填数量符合最优化原则，土石方调运符合节点适宜、时序可行、运距合理原则，余方首先考虑综合利用，本方案补充了各分区表土剥离在临时堆放期间的防护。本项目土石方平衡可行，经济合理，符合水土保持技术规范要求。

### （4）取（弃）土场设置

本项目共设置了 2 处取（弃）土场，全部为坡面取（弃）土场，且位于坡面顶部。取（弃）土场选址不在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内；不位于河道、湖泊管理范围内；取（弃）土场基本与周边景观相互协调；取（弃）土场充分考虑取土后的土地利用，便于取（弃）土场后期的恢复治理。取（弃）土场的设置基本满足水土保持要求。

本工程充分利用取（弃）土场回填弃土，不另行设置弃土场，回填厚度为 0.5~1.1m，回填后取土坑深为 2.8m~3.1m；取（弃）土场下游 1km 范围内无公共设施、基础设施及居民点等；施工结束后平整弃土渣，使取（弃）土场平台保持平整性并实施水土保持措施，利于后期植被恢复。工程少量弃土（渣）弃于取（弃）土场，符合《生产建设项目水土保持技术标准》的规定。

### （5）施工方法与工艺

本项目土石方工程采用机械施工为主，主体土建工程将采取全线同时施工，分段平行流水施工的组织方式，在自然节点内，挖方与填方工程在施工工序及时序上连贯协调，施工组织设计满足有关水土保持的要求，但是为了避免施工期人为因素造成的水土流失，各标段的施工单位应及时沟通，规避大风天气集中施工，确实落实方案的预防保护措施，强调源头控制、过程控制，最大程度的减少扰动范围。

桥梁基础采用钻孔桩基础，水中墩的承台施工设置临时钢板围堰。弃土（渣）采用密闭方式汽车运至取（弃）土场，取土结束后，对取土平台进行平整后修筑土埂网格。临时堆土下游边坡采取临时拦挡工程，施工场地修筑临时排水及沉沙设施，施工便道充分考虑本工程施工特点进行布置，结合地形条件统筹规划便道工程。供电线路采取永临结合方式架设。

主体工程设计与本方案在满足工程施工要求的基础上，通过各专业及工种之间施工工艺和施工组织配合，形成了较完备的施工组织，施工工艺及施工组织符合减少水土流失的要求，且方案对主体工程尚未明确的措施提出了补充设计；综上，本项目施工组织及施工工艺符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）要求。

#### （7）主体设计具有水土保持功能工程的评价结论

主体工程设计具有水土保持功能的工程有边坡防护、排水和绿化防护措施；工程措施及植物防护措施类型及设计标准符合规范要求，布置位置合理，数量充足；防护工程实施后，工程范围内的水土流失将得到有效的控制。方案补充各防治分区施工期的拦挡、苫盖、排水、沉沙、集蓄雨水等措施，施工结束后临时占地区中的建构筑物被拆除、场地平整、绿化覆土等措施。经方案补充完善后，能够形成完善的水土流失防治体系，符合水土保持规范要求。

综上，本工程在建设布局、工程占地、取（弃）土场、土石方平衡、施工工艺和方法、具有水土保持功能工程等方面，符合水土保持规范要求，工程建设过程严格落实各项水土保持措施及相关要求的前提下，本工程的建设是可行的。

### 1.7 水土流失预测结果

本工程预测时段内水土流失量为 18.93 万 t，其中新增水土流失量 13.97 万 t。施工期是水土流失产生的重点时段；在各防治分区中，路基工程区、互通工程区、取（弃）土场是新增水土流失较大区域，为水土流失防治的重点区域。工程建设导致地表原生植被破坏，使项目区水土流失强度提高，水土流失量增加。

## 1.8 水土保持措施布设成果

本工程沿线地貌类型为低山丘陵区为主，结合工程各功能区组成，将本工程水土流失防治分区划分为：路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、附属设施区、取（弃）土场区、施工生产生活区、施工便道区及供电线路区 8 个防治分区。综合防治措施布设情况及主要工程量如下。

### （1）路基工程区：

施工前，路基进行表土剥离，剥离表土就近堆放于互通工程区内空地，方案设计密目网苫盖临时防护；施工过程中，裸露路基边坡采取密目网临时防护，路基两侧布设拱形骨架护坡及空心六棱植草砖防护；路堤坡脚修筑排水沟，靠近耕的路堤坡脚修筑耕地挡水埝，路堤边坡坡面布设急流槽，将坡面汇水引至排水沟，并按时进行洒水降尘；施工结束后，空心六棱植草砖内空地、拱形骨架内空地、小于 3.0m 路基边坡及坡脚至界桩空地地表土回覆并土地整治；空心六棱植草砖内空地、拱形骨架内空地、小于 3.0m 路基边坡及坡脚至界桩空地种植灌草。

**工程措施：**表土剥离 32.83hm<sup>2</sup>，表土回覆 16.47hm<sup>2</sup>，土地整治 16.47hm<sup>2</sup>，拱形骨架护坡 12.29hm<sup>2</sup>，空心六棱植草砖防护 1.10hm<sup>2</sup>，排水（边）沟 112018m，截水沟 1400m，急流槽 607 道，耕地挡水埝 1016m。

**植物措施：**路基边坡种植灌草 16.47hm<sup>2</sup>。其中拱形骨架内种草 7.56hm<sup>2</sup>；六棱空心砖内种草 0.44hm<sup>2</sup>；路基边坡种植灌草 4.98hm<sup>2</sup>；坡脚至界桩空地种植灌草 3.49hm<sup>2</sup>。

**临时措施：**裸露边坡临时防护 4.17hm<sup>2</sup>，临时洒水降尘 1440 台时。

### （2）桥梁工程区：

施工前，桥梁施工区占用耕地的区域实施耕作层剥离，剥离表土临时堆放在桥下空地及两侧施工区内；施工过程中，桥下空地修筑泥浆沉淀池，泥浆固化处理后，清运至取（弃）土场；桥梁基础开挖回填土进行临时拦挡及苫盖防护；施工结束后，泥浆沉淀池进行回填，黄河特大桥河道管理范围以外的引桥桥下空地占用耕地的区域实施复耕，其它空地进行土地整治并种植灌草。

**工程措施：**表土剥离 1.74hm<sup>2</sup>，复耕 1.40hm<sup>2</sup>，土地整治 5.80hm<sup>2</sup>；

**植物措施：**桥梁施工扰动区及桥下空地种草 5.80hm<sup>2</sup>；

**临时措施：**临时堆土拦挡与防护 5200m<sup>3</sup>；泥浆沉淀池 14 座。

### （3）互通工程区：

施工前，互通匝道路基占压耕地及草地的区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于

互通内空地地区，方案设计周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，路基两侧布设空心植草砖及拱形骨架护坡；路堤坡脚修筑排水沟，互通内空地下游坡脚处修筑集雨蓄水池；路堤边坡坡面布设急流槽，将坡面汇水引至排水沟，并按时洒水降尘；施工结束后，空心植草砖内空地、拱形骨架内空地、路基边坡表土回覆；互通内空地地区实施土地整治；空心植草砖内空地、拱形骨架内空地及小于 3.0m 匝道路基边坡种植灌草，互通内空地绿化。

**工程措施：**表土剥离  $3.95\text{hm}^2$ ，表土回覆  $5.38\text{hm}^2$ ，土地整治  $8.78\text{hm}^2$ ，拱形骨架护坡  $5.70\text{hm}^2$ ，空心六棱植草砖防护  $0.27\text{hm}^2$ ，排水（边）沟 3032m，急流槽 195 道，集雨蓄水池 2 座。

**植物措施：**互通路基边坡及空地绿化  $14.16\text{hm}^2$ 。其中拱形骨架内种草  $3.37\text{hm}^2$ ；六棱空心砖内种草  $0.11\text{hm}^2$ ；路基边坡种植灌草  $1.9\text{hm}^2$ ；空地绿化  $8.78\text{hm}^2$ 。

**临时措施：**临时堆土拦挡与防护  $75000\text{m}^3$ ，洒水降尘 720 台时。

#### （4）附属设施区

施工前，附属设施区实施表土剥离，剥离表土临时堆放于附属设施区内空地，方案设计周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，附属设施区内建筑物基础回填土采取周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护，区内按时洒水降尘，服务区挖方边坡坡顶及坡脚修筑截排水沟，服务区下游坡脚处修筑集雨蓄水池；施工结束后，区内空地及围墙外边坡进行表土回覆及土地整治，区内空地绿化，围墙外边坡采取空心植草砖防护并种植灌草。

**工程措施：**表土剥离  $2.53\text{hm}^2$ ，表土回覆  $3.38\text{hm}^2$ ，土地整治  $3.38\text{hm}^2$ ，空心六棱植草砖防护  $0.51\text{hm}^2$ ，截排水沟 1468m，集雨蓄水池 1 座。

**植物措施：**空地绿化及边坡种草  $3.38\text{hm}^2$ 。

**临时措施：**临时堆土拦挡与防护  $47600\text{m}^3$ ，剥离表土临时防护  $5100\text{m}^3$ ，洒水降尘 720 台时。

#### （5）取（弃）土场防治区

施工前，1 号取（弃）土场开挖区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于周边空地并采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，临时弃土（渣）堆放区采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护，临时弃土及剥离表土分区块实施回填，并按时洒水降尘；施工结束后，取（弃）土场平台修筑土埂网格，取（弃）土场临时占地区实施表土回覆及土地整治，并种植灌草。



**工程措施：**表土剥离 16.62hm<sup>2</sup>，表土回覆 33.2hm<sup>2</sup>，土地整治 33.20hm<sup>2</sup>，土埂网格 15620m。

**植物措施：**开挖区及扰动区种植灌草 33.2hm<sup>2</sup>。

**临时措施：**临时堆土拦挡与防护 99200m<sup>3</sup>，洒水降尘 360 台时。

#### （6）施工生产生活区

施工前，施工生产生活区进行表土剥离，剥离表土临时堆放于生产区空地并采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，裸露空地实施苫盖防护，生产区内修筑临时排水沟及沉沙池，并按时洒水降尘；施工结束后，扰动区进行表土回覆及土地整治，并种植灌草。

**工程措施：**表土剥离 13.43hm<sup>2</sup>，表土回覆 13.43hm<sup>2</sup>，土地整治 13.43hm<sup>2</sup>，临时排水沟 1420m，沉沙池 8 座。

**植物措施：**扰动区种植灌草 13.43hm<sup>2</sup>。

**临时措施：**临时堆土拦挡与防护 26900m<sup>3</sup>，洒水降尘 360 台时，裸露空地临时防护 2150m<sup>2</sup>。

#### （7）施工便道区

施工前，路基施工便道占压耕地的区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于便道靠近路基侧，方案设计密目网苫盖防护；施工过程中，修筑了临时排水沟，并按时洒水降尘；施工结束后，临时占地为耕地的实施复耕，其它空地实施土地整治并种植灌草。

**工程措施：**表土剥离 0.06hm<sup>2</sup>，复耕 0.06hm<sup>2</sup>，土地整治 7.62hm<sup>2</sup>，临时排水沟 12382m。

**植物措施：**扰动区种植灌草 7.62hm<sup>2</sup>。

**临时措施：**临时堆土防护 200m<sup>3</sup>，洒水降尘 360 台时。

#### （8）供电线路区

施工结束后，供电线路临时占地区实施土地整治并种植灌草。

**工程措施：**土地整治 3.68hm<sup>2</sup>。

**植物措施：**人工种植灌草 3.68hm<sup>2</sup>。

### 1.9 水土保持监测方案

本项目水土保持监测时段从施工期开始，至设计水平年结束。水土保持监测时段为 2024 年 10 月至 2030 年 10 月。

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），水土保持监测内容应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。

公路工程属线型工程，结合本工程的实际情况，针对不同监测内容和重点，综合采取卫星遥感、无人机遥感、地面观测、实地调查量测等多种方式实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程控制。重点监测时段为施工期。

方案共设 11 个监测点位：路基工程区 2 个、取（弃）土场防治区 2 个、互通工程区 2 个、附属设施区 1 个、桥梁工程区 1 个，施工生产生活区 1 个、施工便道区 1 个，供电线路区 1 个。

监测重点区域为路基工程区、互通工程区、取（弃）土场防治区。

### 1.10 水土保持投资及效益分析成果

水土保持估算总投资 6527.68 万元，其中工程措施投资 3640.13 万元，植物措施投资 933.13 万元，临时措施投资 964.15 万元，独立费用 330.57 万元（含水土保持监理费 62.50 万元，水土保持监测费 67.50 万元，水土保持设施验收费 30.00 万元），基本预备费 351.55 万元，水土保持补偿费 308.15 万元。

水土保持方案实施后，治理水土流失面积 107.50hm<sup>2</sup>，可减少水土流失量 177400t，设计水平年各项防治目标均可达到目标值。方案各项水土保持措施实施并发挥效益后，防治责任范围内可能造成水土流失基本得到有效控制，植物种类得以改善，项目区水土保持生态将更趋稳定。

### 1.11 结论

（1）受线路选址选线控制，线路无法避让水土流失重点防治区，主体工程设计了具有水土保持功能的工程，充分考虑了水土保持相关技术标准及规范的要求，施工工艺可减少地表扰动和植被损坏范围，不足部分经本方案完善后，能够形成完善的水土流失防治体系，工程建设的水土流失影响可得到有效控制；工程建设方案及主体工程选址（线）基本符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）要求。

（2）主体工程考虑了部分水土保持措施，不足部分经本方案完善后，水土保持措施体系合理、全面，实施水土保持措施后可达到控制水土流失的目的。

（3）水土保持措施应依据水土保持方案开展下阶段设计，建设单位将与沿线水行政主管部门密切配合，认真听取当地水行政主管部门对水土保持工作的建议和要求，及时修改、完善设计施工中的水土保持措施。同时建设单位和监理单位将加强现场组织管理，切实做到文明施工。施工期间合理安排工期，建议规避大风天气及雨季集中施工。

## 2 项目概况

### 2.1 项目组成及工程布置

#### 2.1.1 地理位置与交通条件

本项目位于内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内；线路起于乌海市海南区双敖包沟附近，在 G18 荣（荣城市）乌（乌海市）高速公路桩号 K1744+536 处设置互通与其衔接，起点桩号 K0+000；终点止于宁夏回族自治区石嘴山市惠农区滨河大道西侧约 400m 处，与在建 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线惠农至石嘴山段顺接；终点桩号为 K18+761；并在适当位置增设互通立交、服务区、匝道收费站、桥涵；线路总体上呈东北向西南走向。公路延伸范围地理坐标为东经  $106^{\circ}58'18.13''$ ～ $106^{\circ}47'53.05''$ ，北纬  $39^{\circ}14'25.03''$ ～ $39^{\circ}10'08.12''$ 。另外工程沿线公路有 G109 线、G244 线及 G110 线；低碳产业园园区西环路（市政一级路）、惠农区滨河大道；交通条件较为便利。本项目地理位置详见图 2.1。

#### 2.1.2 工程项目组成

本项目起点桩号 K0+000，终点桩号 K18+761，全长 18.761km，其中乌海市海南区境内长 15.28km，石嘴山市惠农区境内长 3.481km。全线共设置桥梁 4575.92m/6 座（特大桥 4258.4m/1 座，中桥 317.52m/5 座），占路线总长度的 24.4%；涵洞 18 道，通道桥 93m/6 座。全线共设置互通式立交 2 处，服务区 1 处，收费站管理所 1 处（与养护工区合建）；根据工程建设情况，共布置取（弃）土场 2 处，施工生产生活区 4 处，共修筑施工便道 19616m，架设供电线路 12260m。

表 2-5 高速公路工程路段表

项目位置	新路论起桩号	长度 (km)	标准等级	设计速度 (km/h)	路基宽度 (m)	备注
内蒙古段（乌海市海南区）	K0+000～K15+280	15.280	双向 4 车道 高速公路	100	26	新建高速公路
宁夏段（石嘴山市惠农区）	K15+280～K18+761	3.481				
合计		18.761				

#### 2.1.3 工程规模及特性

##### 2.1.3.1 工程特性与技术指标

项目名称：G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程。

项目性质：新建建设类项目。

建设单位：内蒙古交通集团有限公司项目管理分公司。

建设地点：内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内。

**建设规模：**路线全长 18.761km，全部为新建；采用双向 4 车道高速公路标准建设，设计速度 100km/h，路基宽 26.0m；全线互通工程 2 处，服务区 1 处，匝道收费站管理所 1 处（与养护工区合建）；大中桥 6 座，其中新建黄河特大桥 1 座。

**建设项目：**本项目包括路基、桥梁、互通、附属设施、取（弃）土场、施工生产生活区、施工便道区及供电线路区。本项目施工用水可就近取用；施工生活用水采用水车拉运；供电线路采用永临结合方式；通讯采用无线通讯。

**工程占地：**总占地面积 188.68hm<sup>2</sup>，其中永久占地 126.56hm<sup>2</sup>，临时占地 62.12hm<sup>2</sup>。

**工期安排：**工程计划于 2024 年 10 月开工，计划于 2029 年 10 月完工，总工期 61 个月。

**工程估算投资：**23.50 亿元。其中土建工程投资 18.82 亿元。本工程建设资本金 6.39 亿元，为交通运输部安排车购税交通专项资金（占 35%）；内蒙古自治区本级专项债券（占 65%）。

### 2.1.3.2 线路工程布局

(1) **线路总体布局：**项目起点位于乌海市海南区双敖包沟附近，在 G18 荣乌高速公路 K1744+536 处设置互通与其衔接，向西南布线，经蓝星玻璃矿山南侧边缘至巴音陶亥北，设置巴音陶亥北互通接低碳产业园西环路（规划 G244），继续向西南经绿化村、三合村，设黄河特大桥跨越黄河、滨河大道进入宁夏石嘴山惠农区境内，到达本项目终点与 G1816 乌海至玛沁高速惠农（蒙宁界）至石嘴山段起点顺接。项目终点位于宁夏石嘴山惠农区滨河大道西侧约 400m 处（石嘴山市农林牧场与惠农区亲水大街之间，距离亲水大街约 1km，距离石嘴山农林牧场约 500m）。路线全长约 18.761km。公路等级为双向 4 车道高速公路，设计时速 100km/h。线路位于内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内。

(2) **线路纵断面布置：**

高速公路沿线地貌类型主要为低山丘陵区，路线纵断面主要受桥涵及通道的控制，全线纵断面总体呈东北高西南低的趋势，全线最大纵坡为 2.68%，最短坡长为 320m；凹形竖曲线最小半径 10000m/1 个，凸形竖曲线最小半径 16000m/1 个，竖曲线累计长度总线路长度的 40.04%；平曲线最小半径 2600m，平曲线占路线总长 28.78%，最大直线长度 4412.13m。

工程项目组成及纵断面详见项目区总体布置图及纵断面缩图 2.2。

### 2.1.4 工程布置

本工程建设项目主要包括路基、桥梁、互通、附属设施，公路施工过程中还建设有取（弃）土场、施工生产生活区、施工便道及供电线路等工程，由此形成了以路基为中心左右布置的线型工程总体布局。

#### 2.1.4.1 路基

工程线路短，且受黄河特大桥等主要控制性工程的限制，主线纵断面优化空间受限，仅能从 K0+000~K7+500 段线路进行优化，优化线路后增加中桥 2 座，减少路基长度 110.16m，减少土石方量 16.16 万 m<sup>3</sup>。线路全长 18.761km，其中路基总长 14.185km（平均征地宽 44.59m）；新建公路以填方路基为主，填方路基长 10.645km，平均填高 3.84m，最大填高 11.39m，在桩号 K9+960 处；线路挖方路基长 3.54km，平均挖深为 2.53m，最大挖深为 6.57m，在桩号 K13+390 处。

(1) **路基断面**

本高速公路工程全部为新建公路工程，整体式路基宽度为 26.0m。填方路基一侧坡

脚设 1.0m 护坡道，护坡道外设排水沟，排水沟外至界桩空地宽 1.0m；路堑一侧设边沟，边沟至坡脚碎石落台宽 1.0m，坡顶至界桩空地宽 1.0m；若路堑高度大于 8m；则坡顶 5.0m 外设截水沟，截水沟至界桩空地宽 1.0m。公路路基标准横断面见图 2.3。

### （2）路基边坡坡度

路基边坡坡率根据路基高度、工程地质条件、地形条件、填料类型等综合确定，本工程线路的边坡坡率如下：

①填方边坡：一般填方路段路基高度  $H \leq 10\text{m}$  时，设一级边坡率为 1:1.5，填方路段路基高度  $H > 10\text{m}$  时，在 8m 变坡处设边坡平台，两级边坡上部边坡坡率为 1:1.5，下部坡率依次为 1:1.75。

②挖方边坡：挖方边坡根据地质情况及开挖深度确定，一般土质边坡坡率采用 1:1~1:1.5，弱风化、强风化岩质边坡坡率采用 1:0.75~1:1。

### （3）路基边坡防护

路基防护设计主要以经济适用、美观大方、利于施工为原则，同时重点考虑了与环境景观相协调的要求。结合地质、地形、条件，采取工程防护与生物防护相结合的措施防护。

#### ①填方边坡

a.路堤边坡高度  $H \leq 3.0\text{m}$  时，采用植草防护；路堤边坡高度  $H > 3.0\text{m}$  时，边坡采用拱形骨架防护，骨架内回填表土植草。无水冲刷桥头路堤边坡 10~50m 范围内采用空心六棱植草砖。

b.对于沿河或受水流冲刷的填方边坡，采用浆砌片石防护。

c.在陡坡路堤边坡下方设置护脚、路堤墙及路肩墙等支护工程以加强路基稳定性。

#### ②挖方边坡

a.挖方路段边坡高度  $H \leq 3.0\text{m}$ ，采用种植灌草防护。

b.挖方边坡高度  $H > 3.0\text{m}$  时，采用拱形骨架防护，骨架内回填表土植草。

路基边坡防护设计详见图 2.4~2.6；路基防护措施布置详见表 2-6。

表 2-6.3

路基六棱空心砖植草护坡工程一览表

起讫桩号	防护措施		位置及长度		种草面积(m <sup>2</sup> )	边坡防护面积(m <sup>2</sup> )
			左(m)	右(m)		
K0+957~K1+005	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	365	920.3
K2+658~K2+706	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	255.5	682.4
K7+576~K7+624	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	364.9	920.3
K9+761~K9+809	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	328.4	840.9
K10+406~K10+454	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	313.9	809.4
K12+471~K12+519	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	364.9	920.3
K12+825~K12+955	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	401.4	999.6
K13+690~K13+769	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	583.9	1396.3
K13+929~K14+059	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	583.9	1396.3
K14+230~K14+309	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	40	40	401.4	999.6
K14+367~K14+387	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	20	20	200.7	500.3
K18+637~K18+657	路堤防护	六棱空心砖植草护坡	20	20	237.2	579.7
合计			440	440	4401	10965.4

#### (4) 特殊路基处理

本工程部分路基为软土地基、粉土、全风化泥岩及风化碎石土，特殊路基段土质较差，采用换填天然砂砾的方法来处理。特殊路基处理土方开挖 1.71 万 m<sup>3</sup>，换填天然砂砾 1.71 万 m<sup>3</sup>，换填后压实补给砂砾 0.56 万 m<sup>3</sup>。换填的软弱土风化碎石土不能被重复利用，所以换填开挖土方 1.71 万 m<sup>3</sup> 全部弃往取（弃）土场。特殊路基处理路段见表 2-7。

表 2-7

特殊路基处理路段表

项目	起讫桩号	长度(m)	不良地质类型	措施意见	换填量(万 m <sup>3</sup> )		
					开挖土方	换填砂砾	压实补给砂砾
特殊路基处理段	K5+350~K5+400	50	软弱土及风化碎石路段	砂砾换填	0.06	0.06	0.02
	K8+590~K8+690	100	软弱土及风化碎石路段	砂砾换填	0.22	0.22	0.07
	K12+500~K12+825	325	软弱土及风化碎石路段	砂砾换填	0.49	0.49	0.16
	K13+750~K14+387	508	粉土、全风化泥岩路段	砂砾换填	0.94	0.94	0.31
	合计	983			1.71	1.71	0.56

#### (5) 路基路面排水系统

排水设计根据公路等级，沿线地形、地质、水文、气象等条件及桥涵设置等情况进行综合考虑，注意各种排水设施、排水构造物之间的联系，使全线形成完善的排水系统。全面规划、合理布局、并与当地排洪系统协调，防止冲毁路基及农田，防治水土流失。设计中坚持“早接远送”的原则，注意进出水口的工程处理，各种排水设施紧密衔接。

主体设计在高陡挖方边坡坡顶设置截水沟，具体位置为 K2+750~K3+050 段右侧、K3+230~K3+510 段右侧、K9+650~K9+750 段右侧、K13+100~K13+640 段右侧，边坡高度 3.0m~5.5m；截水沟结合实际地形、地质条件大致沿等高线布置，将拦截的水流通过急流槽顺接排入桥涵进口或自然沟渠中，在挖方边坡坡脚设置边沟，边沟与路堤排水沟顺接，通过边坡带有消能设施的边坡急流槽排入涵洞或天然沟道中。

路基排水设计流量计算按 1 / 15 洪水频率进行计算，排水沟渠设计采用适应于小面积流域及明渠流计算公式，排水沟渠的一般断面尺寸设计与验算，均根据《公路排水设计规范》JTG/TD33-2012 执行。

### ①路基排水：

**排水沟：**路堤坡脚排水沟适用于填方路段引排边沟水流至线外或引排路基外侧来水，排水沟采用砼矩形断面，侧壁、底板均为 0.2m 厚，并根据排水量需求采取净深、净宽不同的截面设计；排水沟底宽 0.6-0.8m，深 0.6-0.8m；互通工程区匝道排水沟断面结构与尺寸与主线路基一致。排水沟设计详见图 2.8。

**边沟：**路基挖方路段设置边沟，挖方路段长度小于 350m，汇水量相对较小的挖方路段采用浅碟形边沟，沟宽 1.2m，沟深 0.3m；沟身采用 C30 现浇砼；挖方路段长大于 350m 且汇水量较大挖方路段采用矩形盖板边沟，边沟底宽 0.6m，深度根据边沟长度、汇水面积采用 0.4m、0.6m、0.8m 的变截面设计，沟身采用 C30 现浇砼，盖板为 C30 钢筋砼预制板。边沟设计详见图 2.9~2.10。

**截水沟：**山坡截水沟一般设置于路堑坡顶以外 5.0m，截水沟结合实际地形、地质条件大致沿等高线布置，将拦截的水流通过急流槽顺接排入桥涵进口或自然沟渠中。截水沟为底宽 0.6m，深 0.4m 直角梯形断面，边坡比为 1:1。主体工程设计截水沟详见图 2.11。

**挡水埝：**黄河特大桥前路线经过耕地路段，为防止路面雨水冲损农田，路堤坡脚外侧设置土质挡水埝，拦截路基及路面雨水。挡水埝断采用土质梯形断面，底宽 1.2m，高 0.5m，边坡比为 1:1。挡水埝设计详见图 2.12。

**边坡急流槽：**填方路基均在土路肩处设置拦水带或凹形集水槽集中排水，路表汇水通过边坡急流槽排出路基范围外，急流槽一般路段每隔 25m 设置 1 道，当路线位超高路段内侧时每隔 15m 设置 1 道。急流槽设计详见图 2.13。

路基路面排水工程详见表 2-8。

**表 2-8.1 路基排水沟及边沟工程一览表**

起讫桩号	措施名称	规格	位置及长度		备注
			左(m)	右(m)	
K0+800~K0+975	矩形排水沟	矩形：深 60cm，宽 60cm	175		接排至 K0+980 构造物处
K0+985~K1+140	矩形排水沟	矩形：深 60cm，宽 60cm	155		接排至 K0+980 构造物处
K1+140~K1+560	浅碟形边沟	浅碟形：深 30cm，顶宽 120cm	420		边沟向小桩号方向排水
K1+225~K1+250	矩形排水沟	矩形：深 60cm，宽 60cm		25	接排至线外
K1+250~K1+320	浅碟形边沟	浅碟形：深 30cm，顶宽 120cm		70	边沟向小桩号方向排水
K1+360~K1+385	矩形排水沟	矩形：深 60cm，宽 60cm		25	接排至线外
K1+385~K1+530	浅碟形边沟	浅碟形：深 30cm，顶宽 120cm		145	边沟向小桩号方向排水
K1+530~K1+645	浅碟形边沟	浅碟形：深 30cm，顶宽 120cm		115	边沟向大桩号方向排水
K1+645~K1+825	矩形排水沟	矩形：深 60cm，宽 60cm		180	接排至 K1+832 构造物处
K1+830~K1+975	矩形排水沟	矩形：深 80cm，宽 150cm		145	接排至 K1+832 构造物处
K1+975~K2+210	浅碟形边沟	浅碟形：深 30cm，顶宽 120cm		235	边沟向大桩号方向排水



**②路面排水：**

路面排水：填方路基均在土路肩处设置拦水带或凹形集水槽集中排水，路表汇水通过边坡急流槽排出路基范围外。挖方路基在土路肩处设置 C25 混凝土预制板，路表汇水通过混凝土预制板漫流进入挖方边沟。

**(6) 路面工程**

本公路工程采用沥青砼路面结构，沥青路面设计轴载采用 BZZ-100 标准轴载，沥青设计使用年限为 15 年，水泥混凝土路面设计使用年限为 30 年。路面结构见表 2-9。

**表 2-9 路面结构表**

项目名称	路面结构
上面层	4cm 厚 AC-13 细粒式改性沥青混凝土
中面层	采用 6cm 厚 AC-20C 中粒式改性沥青混凝土
下面层	8cmATB-25C 沥青碎石
基层	20cm 水泥稳定级配碎石
底基层	32cm 水泥稳定级配碎石

**(7) 路基两侧绿化**

公路两侧利用路堤的护坡道或路堑的碎石落台至界桩之间的空地进行种植灌草，路堑坡顶至界桩空地宽度为 1.0~7.0m，路堤坡脚至界桩空地宽度为 2.0m。坡脚至界桩空地平均宽度为 2.46m。

**(8) 中央隔离带**

本工程路基中央隔离带宽为 2m，设置防撞护栏及防眩网，中央分隔带采用凸起式。路基 0.5~1.0m 下设防水土工布，防止水渗入路基。

**(9) 路基工程区占地**

公路用地范围：一般路段，路堤坡脚设有排水沟时，为排水沟以外 1.0m 范围；无排水沟时，为路堤坡脚以外 1.0m。路堑坡顶设有截水沟时，为截水沟外侧 1.0m；无截水沟时，为路堑坡顶以外 1.0m。桥梁段公路用界为桥梁正投影外 1.0m 范围的用地。

经现场调查结合初步设计文件，本工程路基工程区占地情况统计见表 2-9。

**表 2-10 路基工程区占地情况表 单位：hm<sup>2</sup>**

项目名称		项目建设区			
		永久占地			
		耕地	草地	林地	合计
路基工程区	路面	0.49	35.67	0.72	36.88
	路基边坡	0.77	20.57	0	21.34
	截（排）水沟	0.13	1.4	0	1.53
	坡脚至界桩空地	0.01	3.48	0	3.49
	合计	1.4	61.12	0.72	63.24

**2.1.4.2 桥梁工程区**

### （1）桥梁工程布置

本公路工程新建特大桥 1 座（黄河特大桥），新建中桥 5 座。桥梁荷载等级为公路-I级，设计洪水频率为特大桥 1/300，大、中桥及涵洞均为 1/100。除黄河特大桥外，其它全部为通道桥或交通桥。桥梁宽度与路基同宽。桥梁雨水排放选用排水槽纵向排水方式，护栏、主梁节段与排水槽同时浇筑。工程架设涵洞 18 道，通道桥 93m/6 座。桥梁施工过程中，布设桥梁施工区 7 处，特大桥施工区每处占地面积  $0.75\text{hm}^2$ ，黄河特大桥桥梁施工区共 2 处，分别位于两端桥头处右侧，黄河特大桥桥梁施工区总占地为  $1.50\text{hm}^2$ ；中桥每处占地面积  $0.10\text{hm}^2$ ，每座中桥各设置 1 处桥梁施工区；桥梁施工区总占地面积  $2.0\text{hm}^2$ ，桥梁工程区总占地面积为  $15.41\text{hm}^2$ 。桥梁布设情况见表 2-11，桥梁工程区占地情况详见表 2-12。

### （2）桥墩、桥台及基础类型

除黄河特大桥采用矩形墩+柱式墩+桩基础外，其余桥梁全部为柱式墩+桩基础或整体明挖基础。桥梁基础形式详见表 2-11。

### （3）泥浆池设置

黄河特大桥钻孔泥浆及砂砾石直接排至密闭集装箱中，然后由汽车运至取（弃）土场排放，黄河特大桥产生的泥浆数量约 0.92 万  $\text{m}^3$ 。其余中桥设置泥浆沉淀池，桥墩产生的泥浆直接排至泥浆池沉淀，部分泥浆回用，其他废弃部分在沉淀池充分沉淀，以达到泥水分离和泥浆固化的效果，固化后清运至取（弃）土场，然后泥浆沉淀进行回填并平整场地。全线设置泥浆沉淀池 14 座，中桥产生泥浆数量约 0.10 万  $\text{m}^3$ 。经统计全线桥梁总泥浆数量约 1.02 万  $\text{m}^3$ 。

### （3）防洪评价结论及要求

目前本项目跨黄河特大桥防洪评价已取得水利部黄河水利委员会行政许可文件，根据《G1816 乌海至玛沁高速公路乌海至石嘴山段巴音陶亥黄河特大桥（方案调整）洪水影响评价类审批准予行政许可决定书》，巴音陶亥黄河特大桥采用 300 年一遇洪水标准设计；跨越黄河特大桥的布置方案，桥长、跨径、与水流方向交角、梁底高程满足要求。

### 2.1.4.3 平面交叉及改移道路情况

本高速公路项目建成后，为方便公路两侧的过往交通，并综合考虑项目区路线与沿线地方公路、机耕道等交叉情况，新建分离立交 3 座。

为解决地方乡村道路、机耕道等交叉情况，便于当地的居民生产生活，改移地方道路及引线共 17 处，改移乡村道路及引线总长度 5.425km，平均占地宽 4.0m，改移道路多为通道端，改移道路是对交叉路口道路位置进行改移，同时将改移道路的路面进行硬化，使通行更便捷。平面交叉及改移道路占地 2.17hm<sup>2</sup> 已计入路基及路基两侧占地内，故不重复计列。

### 2.1.4.4 互通工程

#### (1) 互通区布置情况

本工程建设互通工程 2 处，全部为新建；双敖包沟互通为 T 型枢纽互通，巴音陶亥北互通为双喇叭互通。互通匝道设计速度为 40~60km/h，单向双车道匝道路基宽度为 10.5m 和 13m，单向单车道匝道路基宽度为 9.0m；平面布置详见互通平面布置图 2.14~2.15；主线互通指标表见表 2-16。

表 2-16 互通立交情况表

序号	名称	桩号	互通型式	交叉方式	匝道			备注
					最小平曲线半径(m)	最大纵坡(%)	全长(m)	
1	双敖包沟互通	K0+000	T 型互通	匝道上跨	100	3.50	2834	新建
2	巴音陶亥北互通	K11+503	双喇叭型	主线上跨	60	3.99	3620	新建

#### (2) 互通工程区排水工程

互通工程区路基排水工程防御标准及布置结构形式同主线路基工程区，双敖包沟互通匝道左侧布置排水沟长度为 432m，右侧布置排水沟长度为 1129m，排水沟总长度为 1561m；匝道急流槽为 69 道。巴音陶亥北互通匝道左侧布置排水沟长度为 820m，右侧布置排水沟长度为 651m，排水沟总长度为 1471m；匝道急流槽为 126 道。互通工程区排水工程布置详见表 2-17~2-20。

## (5) 互通工程区占地

互通工程区用地范围同主线路基用地范围，占地类型全部为永久占地，互通工程区总占地面积为 41.89hm<sup>2</sup>。

**表 2-27 互通工程区占地统计表** 单位：hm<sup>2</sup>

项目名称		项目建设区					
		永久占地					小计
		耕地	草地	林地	交通运输用地	其他土地	
互通工程区	双敖包沟互通		14.24		6.87	0.58	21.69
	巴音陶亥北互通	2.3	12.65		4.93	0.32	20.2
	小计	2.3	26.89	0	11.8	0.9	41.89

### 2.1.4.5 附属设施

根据本工程初步设计报告，工程新建服务区 1 处（巴音陶亥服务区），位于道路两侧，中心点桩号为 K6+600；匝道收费站管理所 1 处，养护工区 1 处（与匝道收费站管理所合建）。

（1）巴音陶亥服务区：本服务区分为南区和北区 2 个区建设，南区以挖方为主，北区以填方为主；南区用地范围内地面标高在 1182m~1185m 之间，高差 3.0m，平整后地面标高在 1180m~1182m 之间，采用平坡式竖向布置；北区用地范围内地面标高在 1176m~1179m 之间，高差 3.0m，平整后地面标高在 1179m~1181m 之间，采用平坡式竖向布置；为缩短与路面的高差，保持行车安全，南区平均挖深 2.5m，北区平均填高 3.0m。。服务区内平面布置为：车辆服务设施区，便民服务设施区，辅助设施及附属设施区。服务区外设有空心六棱植草砖护坡。区内雨水经低洼式绿地吸收，多余雨水通过硬化面及道路汇至边坡坡脚排水沟安全排出，填方边坡外围坡脚处布置矩形排水沟，断面为底宽 60cm，深 60cm，挖方边坡坡顶设置梯形截水沟，顶宽 100cm，深 40cm；服务区内除硬化外，其余空地绿化。服务区供电线路从附近 10kV 线路就接引。服务区紧临高速路路基，可由高速公路匝道直接进入，不另设进服务区道路。服务区平面布置详见图 2.16；详见附属设施区指标表。

（2）收费站管理所（养护工区合建）：匝道收费站管理所位于匝道外侧紧邻匝道的区域，根据施工图设计，匝道收费站管理所全部为填方区域，填高为 1.2~1.7m，顶部平台较平，呈缓坡式竖向布置，由于面积较小，场内雨水基本被低洼式绿地吸收；外围汇水通过周边排水沟安全导出。进入管理所的道路由匝道接引，供电采用就近 10kV 线路接引详见供电线路区，收费站管理所平面布置详见图 2.15（位于互通内，占地面积单独计列）。附属设施区供水采用服务区内打井解决。附属设施区指标详见表 2-28。

表 2-28 附属设施区技术指标情况统计表

附属设施名称	中心桩号	截排水工程 (m)		占地面积 (hm <sup>2</sup> )				合计
		截水沟	排水沟	建筑物硬化	区内绿化空地	外围边坡种草	空心六棱砖防护	
巴音陶亥服务区	K6+600	565	413	2.68	1.32	0.54	0.51	5.05
收费站管理所	K11+200		490	1.66	1.24	0.07		2.97
小计		565	903	4.34	2.56	0.61	0.51	8.02

### 2.1.4.6 取（弃）土场

根据本工程土石方挖填数量统计及平衡分析，全线设置取（弃）土场 2 处，全部兼作弃土场，经与建设单位以及主体设计单位沟通，取得了一致意见。取（弃）土场首先在保证取土数量能满足主体工程需求的前提下，适当调整取土深度及运距等，尽量减少对地表扰动与破坏，取土后易恢复，充分利用当地规定的集中取土区，并将弃土（渣）回填取（弃）土场，尽量减少占地面积。

本工程取（弃）土场总占地面积 33.2hm<sup>2</sup>，占地类型为草地，现状地形为坡面。取土量 83.42 万 m<sup>3</sup>，弃土量为 7.6 万 m<sup>3</sup>，回填取（弃）土场；弃方为：不良地基换填开挖量 1.71 万 m<sup>3</sup>、钻孔泥渣量为 1.02 万 m<sup>3</sup>、其余为不能利用的挖方量为 4.87 万 m<sup>3</sup>。可将弃土临时存放于取（弃）土场临时堆土区，2 个取（弃）土场临时堆存量总量为 1.99 万 m<sup>3</sup>，临时堆土区位于取（弃）土场边缘处，并采取临时防护措施，待取土坑逐渐扩大时，可将弃土堆放于取（弃）土场内，取土结束后进行场地平整。施工结束后，终期取（弃）土场临时堆土区、平台及边坡采取植被恢复措施。1、2 号取（弃）土场位于坡顶处，上游基本无汇水，汇水面积为自身占地区域。取（弃）土场详细情况见表 2-29。取（弃）土场地形见图 2.17~2.18。

本工程 2 处取（弃）土场均兼做弃土场。1~2 号取（弃）土场按边坡 1:2 取土，取土后的取土坑呈斗形，挖深 3.3m~4.2m，取弃结束后终期弃入量分别为 2.91 万 m<sup>3</sup> 和 4.69 万 m<sup>3</sup>，弃土厚度分别为 0.5m 和 1.1m；弃土结束后，使弃土表面与取土坡面衔接良好；取（弃）土场坑口高出取（弃）土场底部平台 2.8m~3.1m。并取得相关部门的确认文件（详见附件）。

表 2-29（1）取（弃）土场特性表

序号	上路桩号	位置（m）		中心点坐标		取（弃）土场设计指标				取（弃）土场占地面积（hm <sup>2</sup> ）				地形特点
		左	右	N	E	有用层厚度（m）	开挖深度(m)	计划用量（万 m <sup>3</sup> ）	临时弃土堆存量（万 m <sup>3</sup> ）	开挖面积	表土堆放场	弃土（渣）临时堆放场	占用面积	
1	K0+200	430		39°14'13.9"	106°58'35.0"	7	3.3	29.59	0.59	11.62	1.43	0.4	13.45	坡面
2	K5+300	300		39°11'44.9"	106°56'26.1"	7	4.2	53.83	2.43	17.06		2.69	19.75	坡面
合计								83.42	3.02	28.68	1.43	3.09	33.2	

表 2-29（2）取（弃）终期技术指标表

序号	上路桩号	位置（m）		中心点坐标		取（弃）土场终期技术指标							
		左	右	N	E	最终弃入土量（万 m <sup>3</sup> ）	回填取土坑厚度（m）	剩余取土坑深（m）	占用面积	边坡面积	平台面积	汇水面积（km <sup>2</sup> ）	下游敏感点（3km 范围内）
1	K0+200	430		39°14'13.9"	106°58'35.0"	2.91	0.5	2.8	13.45	0.44	13.01	0.14	无
2	K5+300	300		39°11'44.9"	106°56'26.1"	4.69	1.1	3.1	19.75	0.58	19.17	0.2	无
合计						7.6			33.2	1.02	32.18		

### 2.1.4.7 供电线路区

根据工程设计资料，供电线路采用水泥电线杆架空线路，本工程施工过程中共架设供电线路 12.26km，其中永久供电线路 7.7km（永临结合），临时供电线路 4.56km。永久架线电线杆数量为 385 基，永久供电线路为服务区供电，收费站管理所，临时供电主要为施工临时用电及生产区临时用电。供电线路工程施工扰动主要为线杆吊装、材料运输，临时扰动宽度为 3.0m。供电线路基本情况详见表 2-30。

**表 2-30 供电线路工程统计表**

项目名称		引接线路	长度 (m)	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地类型
供电线路区	服务区供电线路	9101 一级站 10KV 主线接引	3890	1.17	临时占用草地
	收费管理所供电线路	9101 一级站 10KV 主线接引	3810	1.14	
	拌合站供电线路	(巴乡站 910 二级站线接引)	2710	0.81	
	制梁场	(巴乡站 910 二级站线接引)	900	0.27	
	制梁场拌合站供电线路	110kv 卧树线接引	950	0.29	
合计			12260	3.68	

## 2.2 施工组织

### 2.2.1 施工布置

本工程建设过程中各生产生活区首先进行了供电线路、施工驻地等建设，尽量采取永临结合的方式，使得工程建设过程中减少扰动范围，全线布置生活区（与相应生产区同步建设）、拌合站、预制厂及梁厂、路基施工便道、生产区施工便道、取（弃）土场施工便道等。

#### 2.2.1.1 施工生产生活区

根据工程设计资料，施工生产区及生活区同时建设使用，生活区包括在生产区中；全线设拌合站、预制场及梁场等生产区共 4 处，总占地面积为 13.43hm<sup>2</sup>，占地类型全部为草地，施工生产生活区使用结束后，全部拆除临时建构筑物。

**表 2-31 施工生产生活区布置情况表**

序号	名称	中心点桩号	位置(m)		占地面积 (hm <sup>2</sup> )	占地类型
			左	右		
1	砼拌合站	K11+000		100	1.99	草地
2	梁场	K11+800		2800	4.54	草地
3	拌合站及预制场	K13+000		700	1.7	草地
4	制梁场拌合站	K18+670	1400		5.2	草地
合计					13.43	

### 2.2.1.2 施工便道

本工程路基施工除利用周边道路外，还需要修筑路基施工便道 16760m，其中黄河特大桥段施工便道为钢栈桥，钢栈桥平行于黄河特大桥左侧布置，钢栈桥全长为 4259m，宽为 6.00m，占地类型为水域及水利设施用地；进取（弃）土场道路长 1100m；施工生产生活区新修筑便道 1756m，新增便道占地类型为耕地、草地、水域及水利设施用地。施工便道总占地面积为 9.81hm<sup>2</sup>。路基施工便道依地形地势布设，仅少量路面实施坑洼平整，不产生路基边坡。

表 2-32 施工便道布置情况表

项目名称		起讫桩号（位置）	便道长度（m）	宽度（m）	临时占地			
					耕地	草地	水域及水利设施用地	小计
施工便道区	路基施工便道	K0+000~K8+000	8000	5		4.00		4.00
		K10+000~K14+382	4382	5		2.19		2.19
		K14+382~K18+641	4259	5			2.13	2.13
		K18+641~K18+760	119	5	0.06			0.06
		小计	16760		0.06	6.19	2.13	8.38
	进取（弃）土场便道	1 号取（弃）土场道路	500	5		0.25		0.25
		2 号取（弃）土场道路	600	5		0.30		0.30
		小计	1100			0.55		0.55
	进施工生产生活区便道	拌合站便道	300	5		0.15		0.15
		梁场便道	1456	5		0.73		0.73
		小计	1756			0.88		0.88
	合计		19616		0.06	7.62	2.13	9.81

### 2.2.1.3 施工力能

#### （1）施工用水

公路施工用水可就近取用，不足部分采用沿线居民购买水，完全能够满足工程用水的需要。运水道路采用已有道路解决。

#### （2）施工用电

根据施工用电点的分布及沿线电源情况，施工用电采用重点工程、工程集中地段电力贯通供电，零星工点采用自发电解决。重点工程利用线路所经过苏木（乡）村的 10kV 线路采取永临结合方式就近架接。

#### （3）施工通讯：本工程通讯采用无线通讯。

## 2.2.2 施工工艺

### 2.2.2.1 路基施工

#### ①路基工程



路基施工的施工工序为：挖除树根、排除地表积水→清基→平地机、推土机整平→压路机压实→路基填筑、开挖→路基防护→截、排水沟放样→开挖截、排水沟。

公路路基采用机械结合人工的施工方法。路基土石方全部采用机械化施工，路基填筑采用水平分层全断面填筑方法施工，逐段逐层向上填筑。对于路基范围开挖出来的土，经试验符合填料要求的土作为填方的材料充分利用，不同的填料分层填筑。路基填筑采取挖、装、运、摊、平、压路机压实的机械化流水作业，摊平土方时每层摊铺厚度控制在 40cm，每层填压的土方平行于最终的路基表面。填筑前进行清基及碾压，基底压实度不小于 90%。

路堑开挖施工，除需考虑当地的地形条件、采用的机具等因素外，还需考虑土层分布及利用。在路堑开挖前，做好现场伐树除根等清理工作和排水工作。如需移挖作填时，将表层土单独存放，或按不同的土层分层挖掘，以满足路堤填筑的要求。路基施工产生水土流失的主要环节是在路基清表和填筑、开挖阶段。

## ②不良路基处理

下湿地和碎石风化土路段路基填料采用透水性好的材料进行填筑（换填砂砾），以防止积水侵蚀路基和毛细水上升。

盐渍土地区路基采用适当高的路堤，而不采用路堑形式。同时做好路基排水，尽可能减少地表水对路基的浸透。路基尽量用沙性土填筑，有充足的压实度，减小压实含水量，以达到防止盐胀的效果。路基设隔离层，阻断地下水沿毛细的上升，以降低盐胀，防止路基土的“次生盐渍化”。隔离层一般可用粗粒的透水材料修筑，并铺设防水土工布。路基要有足够的填土高度，路肩、边坡应采取加固措施。将地表做成由路中心向两侧约 2%~4%的横坡，以利排水。

### 2.2.2.2 桥涵工程施工

#### ①黄河特大桥施工工艺

黄河特大桥的施工工序：施工便道—桩基础—承台—墩台—盖梁—主梁—桥面系。

施工围堰采用圆形钢板围堰，围堰直径为 11.5m，围堰中间不用撑径，围堰内施工操作空间较大，打桩机可在围堰内直接施工。围堰就位经过检查复核无误后，用 50t 振动锤将钢板围堰打入亚粘土中的深度不小于 120cm，确保围堰在排除集水后不渗漏。根据本围堰设计，在围堰内侧均匀布设钢管，同时将围堰与钢管连接固定好，确保围堰集水排除后围堰不变形，保证围堰安全。围堰拆除时先将围堰内注水，水位与围堰外水位齐平。围堰分 4 片进行拆除，围堰内注水后，围堰螺栓拆除由潜水员水下作业完成，围堰

分片拔出，然后运到拼装平台进行二次拼装。

水下钻孔施工过程中，钻孔桩内抽排沙泥直接通过回水排入封闭好的集装箱中，由汽车运至取（弃）土场取坑中排放沉淀，经沉淀后进行平整。

### ②中桥施工工艺：

施工工序：桩基础、明挖基础—承台—墩台—盖梁—主梁—桥面系。

中桥以桩基础为主，基础施工采用钢护筒，基础开挖采用机械与人工相结合的方式，挖基土方用于回填。中桥上部构件、涵洞及其它小型预制件全部在预制厂集中预制。预制件由汽车运入施工区，机械安装施工。对钻孔、清孔、灌注砼过程中排水的泥浆，根据现场情况引入泥浆沉淀池中沉淀处理，经沉淀后，清运至取（弃）土场进行回填。中桥泥浆池回填并平整场地。

### 2.2.2.3 互通工程施工

互通立交施工包括主线、匝道、立交桥、被交线 5 个部分，与一般路段施工组织方法一致。施工前应进行清基。

### 2.2.2.4 附属设施区施工

附属设施区主要为场地开挖与回填。场地平整主要以机械施工为主，推土机推土、摊平，使用轻型压路机碾压，修筑截排水设施，最后修筑服务、便民及停车设施。

### 2.2.2.5 供电线路施工

供电线路施工过程为：开挖基坑、临时堆土、立杆、回填土、碾压，架线施工等。线杆基础开挖扰动较小，呈点状破坏，线状分布，单个线杆施工期较短，单个线杆架设结束，及时回填基坑；扰动强度较大为线杆及材料运输和线杆吊装。基础开挖采用机械结合人工的方法，基础开挖后立直电杆，分层回填夯实，架线采用登杆作业。

### 2.2.2.6 取（弃）土场

取（弃）土场取土前，1 号取（弃）土场进行表土剥离，平均剥离 20cm；2 处取（弃）土场临时弃土和剥离表土分别单独堆放；随着开挖面的不断扩大，弃土应及时倒入取（弃）土场，并分区块实施平整。此工序既减少临时占地面积，又能保证取土量。取（弃）土场取土采用挖掘机挖土装载机装土，汽车运输的方法，将取（弃）土场的土汽车运输于路基填筑。由于全线分标段同时施工，取土后保留 1:2 的放坡范围；使用过程中应加强表土的剥离与保护，临时堆土分区块倒入取（弃）土场，减少临时占地。

### 2.2.2.7 施工生产生活区

施工前对施工生产区进行了表土剥离，集中堆置于本区空地内，并采取临时防护措施；周边布置临时排水沟及沉沙池。生产区及生活区场地平整主要以机械施工为主，推土机推土、摊平，使用轻型压路机碾压，最后修筑施工生活设施。

#### 2.2.2.8 施工便道

土路施工便道工艺：本工程主线整体路基段修筑施工便道，主要由压路机、推土机等机械施工。路基施工便道依地形地势布设，仅少量路面实施坑洼平整，不产生路基边坡；主体工程设计施工便道承载重型车辆及机械，且运输量较为频繁，所以施工便道宽度按 5.0m 宽度设计。施工前，主要以压实路面坑洼平整为主。取（弃）土场便道及施工生产生活区便道尽可能利用即有乡间道路，不满足施工要求区域修筑施工便道。

钢栈桥施工工艺：为保证黄河特大桥施工工期及施工质量，计划在水中搭设钢栈桥，并在主桥施工完毕后予以拆除。栈桥以 $\phi 325$  钢管桩为基础桩，入土深度为 8.0m，基础桩为两排，横向 3 根桩，间距 2.5m，纵向间距为 2.5m；栈桥施工主要由基础钢管打入；栈桥基础施工采用打桩锤施打钢管桩，依次逐跨打桩，并逐跨吊装铺设桥面。钢栈桥为水中建筑物，在工程防洪评价报告中有明确要求，本工程防洪评价报告取得了相关部门的行政许可文件（详见附件 7）。

### 2.3 工程占地

经现场调查结合工程施工图资料，本工程总占地面积  $188.68\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $126.56\text{hm}^2$ （耕地  $5.44\text{hm}^2$ ，草地  $101.57\text{hm}^2$ ，林地  $0.72\text{hm}^2$ ，交通运输用地  $11.8\text{hm}^2$ ，水域及水利设施用地  $5.45\text{hm}^2$ ，其他土地（裸岩石砾地） $1.58\text{hm}^2$ ），临时占地  $62.12\text{hm}^2$ （耕地  $0.06\text{hm}^2$ ，草地  $59.63\text{hm}^2$ ，水域及水利设施用地  $2.13\text{hm}^2$ ，其他土地（裸岩石砾地） $0.30\text{hm}^2$ ）；工程占地位于内蒙古自治区乌海市及宁夏回族自治区石嘴山市境内，其中乌海市境内  $170.67\text{hm}^2$ ，石嘴山市境内  $18.01\text{hm}^2$ 。工程行政区划占地面积详见表 2-32 及表 2-33。

## 2.4 土石方平衡

合理利用工程开挖料，减少工程外借土石方，注重资源的节约利用、减少取（弃）土场数量，从而减少扰动面积，实现资源最大化利用；本工程挖方利用率达到 90%；仅少量的钻渣及不能被利用的土方用于回填取（弃）土场，参与取（弃）土场的平整，用于后期整治。

### （1）减量化控制

在满足工程技术要求的前提下，进一步通过优化线路平纵断面、优化竖向设计等方式减少工程挖方和弃方。由于筑路工程的需要，工程存在一定量的借方，工程设计合理调整边坡坡率，进一步加强取（弃）土场路基填料勘察和试验，确保填料质量的同时，加强挖方泥岩、粉土等材料路用试验研究，充分利用挖方，减少弃方和借方。主体工程经过优化线路后，减少土石方量 16.16 万  $\text{m}^3$ 。

### （2）资源化利用

①综合分析运距，征占地数量、防护工程等，在综合投资合理的前提下，加强各标段和各专业之间的衔接，对工程各分区开挖土方充分利用，工程开挖土方利用率达到 90%。

②充分调查表土资源的分布情况，加大表土的利用，本工程可剥离表土已经全部利用。可剥离范围内表土全部剥离，剥离表土本工程全部利用。

③充分结合本工程实际情况，弃方用于回填取（弃）土场，利用弃方对取（弃）土场进行修整；使取（弃）土场底部平台更有形。利于后期恢复景观效果。

④经主体设计及施工单位调查，经济合理运距范围内其它弃土不能满足工程填料要求，故本工程选择了 2 处取（弃）土场，作为路基填料土场。

根据工程主体设计，本工程土石方总量 237.34 万  $\text{m}^3$ ，其中挖方 80.76 万  $\text{m}^3$ （含表土剥离 13.56 万  $\text{m}^3$ ），填方 156.58 万  $\text{m}^3$ （含表土回覆 13.56 万  $\text{m}^3$ ），利用方 73.16 万  $\text{m}^3$ ，借方 83.42 万  $\text{m}^3$ （来源于 2 处取（弃）土场），弃方 7.6 万  $\text{m}^3$ （弃于 2 处取（弃）土场）。

### 2.4.1 表土平衡情况

根据路基施工工艺，结合实际表土调查情况，路基可剥离表土范围（K11+700～K14+600；K18+540～K18+760）内的可剥离厚度为 20cm～30cm，根据表土情况调查林地、草地剥离厚度为 20cm，耕地剥离厚度为 30cm；可剥离表土面积为 32.83 $\text{hm}^2$ （含耕地面积 1.40 $\text{hm}^2$ ），剥离量为 6.71 万  $\text{m}^3$ ，剥离表土临时堆放于巴音陶亥北互通内空地，表土堆放场占地长为 150m，宽为 150m，平均堆高 3m，边坡比为 1:1，路基剥离表土堆

放场为 1 处；路基剥离表土本区利用 2.76 万  $\text{m}^3$ ，2 号取（弃）土场表土回覆利用 3.95 万  $\text{m}^3$ ；桥梁工程区占用耕地的区域剥离耕作层，剥离厚度为 30cm，剥离面积为 1.74 $\text{hm}^2$ ，剥离量为 0.52 万  $\text{m}^3$ ，临时堆放于桥下空地，用于本区复耕利用；根据互通工程区表土分布情况，对互通内匝道所占压耕地及草地区域进行表土剥离，表土临时堆放于互通内空地，用于后期表土回覆利用。根据现场实地调查情况，附属设施区可剥离表土面积为 2.53 $\text{hm}^2$ ，可剥离表土主要分布于服务区及收费管理所的低洼与平地区域，坡面地表以砂砾石为主，无表土分布，附属设施区表土剥离量为 0.51 万  $\text{m}^3$ ，全部用于表土回覆。根据实地调查情况，1 号取（弃）土场开挖区域需实施表土层剥离，剥离面积 11.62 $\text{hm}^2$ ，剥离量为 2.32 万  $\text{m}^3$ ，根据现场调查 2 号取（弃）土场无可剥离表土，后期利用路基剥离表土进行回覆；根据主体工程土勘情况，2 号取（弃）土场地表物质组成为砂砾石，可直接用于路基填料，无需实施无用层剥离；施工生产生活区具有可剥离表土，剥离面积 13.43 $\text{hm}^2$ ，剥离量为 2.69 万  $\text{m}^3$ ；施工便道区占用耕地的区域应进行耕作层剥离，剥离面积 0.06 $\text{hm}^2$ ，剥离量为 0.02 万  $\text{m}^3$ 。表土平衡及利用情况详见表 2-34-1。临时堆土场布置情况详见表 2-34-2。

表 2-34-1 各区表土剥离与利用平衡表

项目		剥离面积 ( $\text{hm}^2$ )	表土剥 离量(万 $\text{m}^3$ )	表土回 覆量 (万 $\text{m}^3$ )	表土利用 量(万 $\text{m}^3$ )	备注
路基工程 区	路基可剥离区域 K0+000~K14+600	31.86	6.42	2.47	2.47	本区利用 2.47 万 $\text{m}^3$ , 2 取（弃）土 场利用 3.95 万 $\text{m}^3$
	路基可剥离区域 K18+540~K18+760	0.97	0.29	0.29	0.29	
	小计	32.83	6.71	2.76	2.76	
桥梁工程 区	占用耕地的区域	1.74	0.52	0.52	0.52	引桥桥下空地后期复耕利用
互通工程 区	路基可剥离区域	3.95	0.79	0.79	0.79	本区表土回覆利用
附属设施 区	区内可剥离表土区 域	2.53	0.51	0.51	0.51	本区表土回覆利用
取（弃）土 场区	1 号取（弃）土场表 土剥离	11.62	2.32	2.32	2.32	利用于 1 号取（弃）土场表土回 覆
	2 号取（弃）土场表 土回覆			3.95	3.95	2 号取（弃）土场表土回覆量 3.95 万 $\text{m}^3$ 来源于路基可剥离表土
	小计	11.62	2.32	6.27	6.27	
施工生产 生活区	可剥离范围	13.43	2.69	2.69	2.69	本区利用
施工便道 区	耕作层剥离	0.06	0.02	0.02	0.02	后期复耕利用
小计		66.16	13.56	13.56	13.56	

本工程共设置临时堆土场 25 处，其中表土堆放场 11 处，一般土方临时堆放场 14 处；临时堆土均按 1:1 边坡堆置，堆放高度为 1.0~3.0m。

## 2.4.2 各区土石方平衡情况

### (1) 路基工程区

主线路基修筑土方开挖 30.46 万  $\text{m}^3$ ，土方回填 94.39 万  $\text{m}^3$ ，其中 69.46 万  $\text{m}^3$  来源于取（弃）土场；5.53 万  $\text{m}^3$  就近弃入取（弃）土场。路基截排水沟开挖 1.16 万  $\text{m}^3$ ，回填于截排水沟周边。路基分段挖填土石方工程数量见表 2-35。

### (2) 桥梁工程区

全线桥梁工程区土方挖方及钻渣量 1.29 万  $\text{m}^3$ ，桥墩基础回填量 0.27 万  $\text{m}^3$ ，其余 1.02 万  $\text{m}^3$  就近回填取（弃）土场。桥梁工程区土石方工程数量见表 2-36。

### (3) 互通工程区

全线互通工程区路基修筑挖方 14.38 万  $\text{m}^3$ ，匝道路基回填 22.67 万  $\text{m}^3$ ，其中 9.22 万  $\text{m}^3$  来源于取（弃）土场，0.93 万  $\text{m}^3$  就近弃入取（弃）土场。排水沟开挖 0.49 万  $\text{m}^3$ ，回填于排水沟周边。互通工程区土石方工程数量见表 2-37。

### (4) 附属设施区

全线附属设施区平整场地挖方 14.44 万  $\text{m}^3$ ，土方回填 19.06 万  $\text{m}^3$ ，其中 4.74 万  $\text{m}^3$  来源于取（弃）土场，0.12 万  $\text{m}^3$  就近弃入取（弃）土场。附属设施区土石方工程数量见表 2-38。

### (5) 取（弃）土场区

1 号取（弃）土场开挖前进行表土剥离，剥离厚度 20cm，剥离开挖量为 2.32 万  $\text{m}^3$ ，2 号取（弃）土场地表物质组成为砂砾石，可直接用于路基填料，无需实施无用层剥离，取（弃）土场使用结束后，2 处取（弃）土场表土回覆总量为 6.27 万  $\text{m}^3$ 。

### (6) 施工生产生活区

场地平整共动用土石方 8.22 万  $\text{m}^3$ ，挖方 4.11 万  $\text{m}^3$ （不包含表土剥离量），填方 4.11 万  $\text{m}^3$ 。

### (7) 施工便道

道路修筑共动用土石方 1.70 万  $\text{m}^3$ ，挖方 0.85 万  $\text{m}^3$ ，填方 0.85 万  $\text{m}^3$ 。

### (8) 供电线路区

供电线路共动用土石方 0.04 万  $\text{m}^3$ ，杆基挖方 0.02 万  $\text{m}^3$ ，填方 0.02 万  $\text{m}^3$ ，回填基坑后其余土方平铺于线杆周围。

本工程土石方平衡见表 2-39 及土石方平衡图 2.19。



2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程全线共需拆迁共需拆迁铁皮房 460m<sup>2</sup>，围墙 200m，围栏 4045m。拆迁产生少量的弃土（渣）弃往取（弃）土场，拆迁区域被路基占压，拆迁实施全额赔偿。

2.6 施工进度

工程计划于 2024 年 10 月开工，拟于 2029 年 10 月完工，总工期 61 个月。

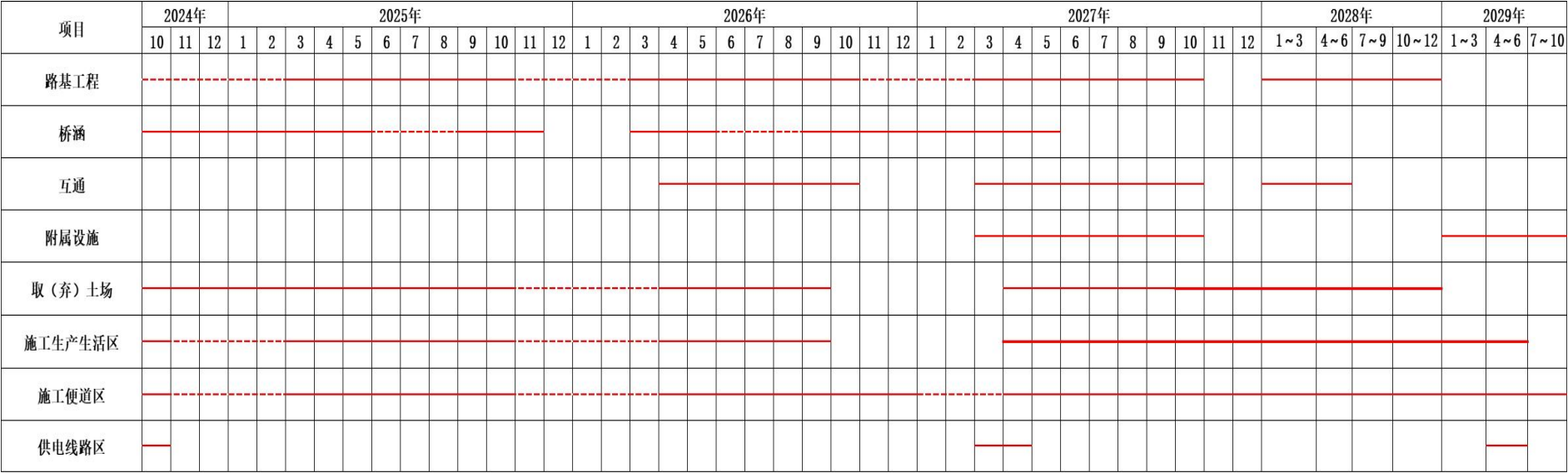


图 2.20 主体工程进度图



## 2.7 自然概况

### 2.7.1 地形地貌

项目位于海南区桌子山西南山麓，区内丘陵起伏、交错分布；经现场调查，沿线地貌类型为以低山丘陵区为主，线终点段 3.481km 以特大桥跨越黄河，地形为黄河河道及黄河滩地；线路经过区域海拔高度为 1092m~1265m。地表以低矮灌丛和砂砾石为主，靠近黄河两岸有少部分耕地。项目取（弃）土场区地形为丘陵坡面，坡度较缓。

### 2.7.2 地质

#### （1）工程地质

项目区位于华北地台西部的次构造单元—贺兰山褶皱带中，桌子山西缘断裂为乌海断陷东边界断裂。项目路线走廊避开活动断裂，区域稳定较好，对路线、桥涵等结构物一般不起控制作用，适宜工程建设。根据《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015），项目所在区地震动峰值加速度 0.15g，对应地震基本烈度为 VII 度。

#### （2）水文地质

工程区的地下水类型包括第四系孔隙水、基岩裂隙水、裂隙岩溶水。孔隙水主要分布于桌子山前冲洪积台地的第四系堆积物中，受大气降水补给和桌子山基岩裂隙水的侧向补给，以潜流的形式向黄河排泄。基岩裂隙及溶隙水埋藏于桌子山的岩体裂隙中，主要接受大气降水补给，多以潜流形式向山前冲洪积台地区或大型沟谷冲、洪积堆积层中排泄。地质测绘及钻孔地下水观测资料表明，项目区地下水位在 1075~1082m 之间。根据水质分析资料，地下水对混凝土均无腐蚀性，部分水样对钢筋混凝土结构中的钢筋有弱腐蚀性。

### 2.7.3 气象

线路途经乌海市海南区及石嘴山市惠农区，采用海南区及惠农区气象站资料，气象资料系列长度 1968 年~2022 年。项目区属于温带干旱大陆性季风气候，气候特点为干旱少雨、夏热冬寒、昼暖夜凉、日照充足、蒸发强烈、风大、霜冻期短。多年平均气温 8.8~9.1℃，年降水量 150.0~155.0mm，最大冻土深 135~140cm；年内降雨最多集中于 6~9 月，占总降水量的 73%以上，年蒸发量 2190.4~2256.1mm，是降雨量的 10-15 倍，常发生春旱；年均风速 2.4~2.8m/s，以西北风为主，春季风多、风大、干燥，瞬间最大风速为 22-24m/s，大风日数 9~14 天，大风主要在每年的 3~5 月上旬，尤其是 4~5 月，风力一般在 8~9 级。气候特征详见表 2-40~2-42。

表 2-40 沿线地区气象要素特征表（1968~2022 年）

项目		单位	海南区气象站		惠农区气象站	
			数值	备注	数值	备注
气温	多年平均气温	℃	9.1	1968-2022 年	8.8	1968-2022 年
	极端最高气温	℃	39.1	1972 年	38.9	1972 年
	极端最低气温	℃	-27.5	1994 年	-24.7	1994 年
	≥10℃积温	℃	2781	1968-2022 年	2729	1968-2022 年
降水	多年平均降水量	mm	150	1968-2022 年	155	1968-2022 年
	年最大降水量	mm	264.4	2018 年	266.2	2018 年
	设计频率暴雨特征值	mm	77.6	10a 一遇 24h 暴雨	77.9	10a 一遇 24h 暴雨
			102	20a 一遇 24h 暴雨	103.2	20a 一遇 24h 暴雨
多年平均蒸发量		mm	2190.4	1968-2022 年	2256.1	1968-2022 年
风速	多年平均风速	m/s	2.8	1968-2022 年	2.4	1968-2022 年
	瞬间最大风速	m/s	24	1979 年	22	1979 年
	年大风日数	d	14	1968-2022 年	9	1968-2022 年
全年主导风向			NW	1968-2022 年	NW	1968-2022 年
最大冻土深度		cm	140	1968-2022 年	135	1968-2022 年
多年平均无霜期		d	90	1968-2022 年	89.3	1968-2022 年
年日照时数 (小时)		h	3072.6	1968-2022 年	3079.4	1968-2022 年

表 2-41 项目区各月降水量（1968-2022 年） 单位：mm

月份 行政区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
海南区	1.6	2.8	5.7	7.6	7.9	14.5	41.4	45.3	15.2	3.6	2.4	2	150
惠农区	1.7	2.9	5.8	7.8	8.4	14.8	42.3	46.8	15.6	3.8	2.9	2.2	155

表 2-42 沿线地区各月平均风速（1968-2022 年） 单位：m/s

月份 行政区	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
海南区	2.1	2.3	3.6	3.8	3.7	2.3	2.4	2.1	2.9	3	2.6	2.9	2.8
惠农区	1.9	2	3.4	3.6	3.5	2.1	2.2	1.8	1.7	1.8	1.7	2.9	2.4

## 2.7.4 水文

项目区地处西北内陆腹地，降水稀少，水资源贫乏。区内地貌类型较为复杂，常年流水河为黄河，其余多为干枯的沟谷。地表水主要为桌子山西南麓沟谷，均为季节性冲沟，仅在大雨过后形成暂时性流水，基本无常年径流。

项目区地表水主要是黄河水，其次是农业灌溉水及间歇性雨季时的地表积水。黄河年平均流量 1018m<sup>3</sup>/s，最高洪峰流量 5820m<sup>3</sup>/s，年最小流量 60.8m<sup>3</sup>/s，丰水季节为每年的 5-8 月，枯水季节持续时间较长。勘察期间，黄河水位约 1068.38m。拟建黄河特大桥流域面积约为 309146km<sup>2</sup>，河面平均宽 250-500m，勘测期间水流速度一般在 1.2~1.4m<sup>3</sup>/s。详见项目水系图 2.21。

## 2.7.5 土壤

项目区以棕钙土为主，部分地区为灰漠土、风化土即岩成土；山顶、山坡大部分地表基岩裸露，少部分区域存在薄层土壤，土壤有机质含量较低；惠农区段土壤类型主要为灌淤土，土层厚度可达 20~50cm，有机质含量约为 1%，含盐量较高。

项目组每 3km 进行一次土壤剖面调查，表土主要分布于 K0+000~K14+600 段山坡顶部平缓地带及坡脚低洼区；黄河河道管理范围外侧的耕地中也有耕作土分布；其余路段上层为细砂或粗砂，植被稀疏，基本无表土（详见表土调查照片），可剥离表土厚度为 20cm~30cm。表土分布情况见图 2.22。

### 2.7.6 植被

项目区植被类型为荒漠草原，以旱生荒漠成分为主，伴生有丛生禾草，自然植被稀疏，主要植物有红柳，白刺、沙蒿、红砂、碱蓬、沙地旋复花、锦鸡儿、针茅、芨芨草、猪毛菜、骆驼蓬等。草群高度 5~20cm，林草覆盖率为 10%~25%。其中，惠农区黄河河道管理范围外侧以耕地为主。

人工种植的草树种主要有：乔木树种有云杉、国槐、旱柳等；灌木有柠条、梭梭、丁香、黄刺玫、金叶榆、怪柳、羊柴、沙地柏、沙蒿等；草本植物有披碱草、紫花苜蓿、沙生冰草等。

### 2.7.7 水土保持敏感区

#### （1）水土流失重点防治区划分

根据《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（内政发〔2016〕144 号）和《宁夏回族自治区水土保持规划（2016-2030 年）》，乌海市海南区属黄河内蒙古自治区级水土流失重点治理区。石嘴山市惠农区属宁夏回族自治区级水土流失一般预防区。

#### （2）基本农田

本公路工程在宁夏回族自治区段占用基本农田 1.48hm<sup>2</sup>，基本农田地类、面积及质量均符合补划要求，并落实占补平衡。工程用地预审取得了自然资源部的批复文件（详见附件 6）。

#### （3）生态环境敏感区

项目在黄河特大桥（K14+600~K18+641.2）段跨越黄河青石段大鼻吻鮎国家级水产种质资源保护区，本工程在桩号 K13+620~K14+720 段以桥梁形式跨越明长城保护区；2 处保护区都已经取得主管部门的意见。

除以上水土保持敏感区以外，项目不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜區、地质公园、森林公园以及重要湿地等环境敏感区。

### 3 项目水土保持评价

#### 3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

##### 3.1.1 与水土保持相关法律及技术标准的相符性分析

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国黄河保护法》及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），经过对项目沿线的现场情况调查和工程设计资料分析，对本项目主体工程的制约性因素进行分析，详见表 3-1。

表 3-1 生产建设项目水土保持技术标准对照分析表

序号	制约性因素	本项目情况	分析评价
<b>《中华人民共和国水土保持法》</b>			
1	第十七条：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	不涉及上述区域	不存在制约因素。
2	第十八条：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	存在一定的制约因素	可通过提高防治标准、优化施工工艺等方式，减轻水土流失对该区域的影响。
3	第二十四条：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	工程经过区域涉及水土流失重点治理区。	项目执行一级防治标准，永临结合布置临时占地，表土堆放场利用互通空地，弃土回填取（弃）土场，减少地表扰动；临时排水工程由3级提高至2级。临时占地植被恢复由单一种草措施提高为灌草结合。
4	第二十八条：依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	工程土石方进行调配利用后，弃土（渣）全部回填取（弃）土场。	土石方首先进行综合利用，确实无法利用的弃方全部回填取（弃）土场，并采取土地整治、绿化等措施进行水土流失治理。
5	第三十二条：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。	方案计列水土保持补偿费。	建设单位作为缴纳义务人，在方案批复后一次性缴纳水土保持补偿费。
6	第三十八条：对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土方挖填平衡，减少地表扰动范围；对废弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等存放地，应当采取拦挡、坡面防护、防洪排导等措施。	主体设计了表土剥离、保存和利用措施，方案进行补充和完善，废弃土方回填取（弃）土场并进行水土流失治理。	主体设计对工程占地范围内的表土进行剥离保存和利用，方案进行补充和完善。弃渣回填取（弃）土场后采取土地整治、恢复植被等措施。

续表 3-1 生产建设项目水土保持技术标准对照分析表

序号	制约性因素	本项目情况	分析评价
<b>《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）</b>			
7	主体工程选址（线）应避让水土流失重点治理区和水土流失重点预防区。	本工程涉及内蒙古自治区级水土流失重点治理区，无法避让。	工程选址无法避让水土流失重点治理区：工程优化方案，减少了工程占地及土石方量；提高截排水工程等级及防洪标准，布设了雨洪集蓄、沉沙设施，并提高植物措施标准。具体见下文。
8	主体工程选址（线）宜避开河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。	不涉及上述区域	符合要求。
9	宜避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点，重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。	不涉及上述区域	符合要求。
<b>《中华人民共和国黄河保护法》</b>			
10	第三十五条：禁止在黄河流域水土流失严重、生态脆弱区域开展可能造成水土流失的生产建设活动。确因国家发展战略和国计民生需要建设的，应当进行科学论证，并依法办理审批手续。	涉及	本项目已取得发改委的立项文件，初步设计及施工图设计已取得相关部门的批复。
11	第三十五条：生产建设单位应当依法编制并严格执行经批准的水土保持方案。从事生产建设活动造成水土流失的，应当按照国家规定的水土流失防治相关标准进行治理。	涉及	编制水保方案，方案补充完善了水土流失防护措施体系，并要求建设单位严格落实防护措施。

本工程途经的内蒙古自治区乌海市海南区为黄河内蒙古自治区级水土保持重点治理区，无法避让，从建设方案采取优化措施，达到减少水土流失的效果。

（1）应优化方案，减少工程占地和土石方量；

由于工程受黄河特大桥主要控制性工程的限制，主线纵断面优化空间受限，仅能从K0+000~K7+500段线路进行优化；通过优化工程填方路段增加中桥2座，通过优化减少了土石方量16.16万m<sup>3</sup>，减少路基工程占地面积0.15hm<sup>2</sup>，减少路基长度约110m。路基优化方案评价详见本章3.1.2节。工程临时占地方案尽量采取永临结合的方式，供电线路永临结合长度7.7km，路基工程剥离表土集中堆放于互通工程区内空地，减少表土堆放场占地2.25hm<sup>2</sup>；工程少量弃土弃于取（弃）土场内，减少弃土占地。

本方案防治标准执行西北黄土高原区一级标准，在此基础上，渣土防护率提高1%，

水土流失治理度提高 1%。

(2) 截排水工程、拦挡工程的工程等级及防洪标准应提高一级；

主体工程截排水工程依据《公路工程设计规范》(JTG B01-2014)和《公路排水设计规范》(JTG/TD33-2012)按 15 年一遇洪水频率进行计算；方案新增临时排水工程依据《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)工程等级和防洪标准提高 1 级，由 3 年一遇提高至 5 年一遇短历时设计暴雨。

(3) 宜布设雨洪集蓄、沉沙设施；

本工程互通工程区布设集雨蓄水池 2 座，附属设施区布设集雨蓄水池 1 座，施工生产生活区布置临时沉沙池 8 座。桥梁工程区布置泥浆沉淀池 14 座。

(4) 提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点。

项目区多年平均降水量 150.0~155.0mm，属于干旱地区；按照《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)的规定，本项目的林草植被恢复率、林草覆盖率可降低 3%~5%；由于项目地处内蒙古自治区级水土流失重点治理区，应提高标准；故本工程的林草覆盖率不降低，采用标准值。工程临时占地区植物措施配置提高为灌草结合措施。

综上，本项目选线未处于生态脆弱地区，不涉及在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等活动；线路终点距黄河左侧河道管理范围 110m，土地利用现状为耕地，线路所经黄河右侧距河道管理范围以外 95m 的范围土地利用现状为耕地及其他土地，黄河特大桥跨越区未涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；项目区未涉及全国水土保持监测网中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站。本项目选址无法避让自治区级水土流失重点治理区，采取提高防治标准、提高水土保持措施的工程级别和设计标准、优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围等措施，控制可能造成水土流失。项目选址基本符合《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)等法律法规和技术标准的规定。

### 3.1.2 主体工程优化设计分析与评价

初设阶段根据沿线地形地质、城镇规划、环境敏感点、地方路网，占地面积及线路横纵断面情况等进行了优化设计；工程线路短，且受黄河特大桥主要控制性工程的限制，主线纵断面优化空间受限，仅能从 K0+000~K7+500 段线路进行优化。优化结果详见表 3-2。

表 3-2 K0+000~K07+000 段线路优化情况比较表

序号	工程项目	单位	优化后线路	原设计方案
1	路线长度	km	6.811	6.984
2	路基长度	km	6.667	6.777
3	路基土石方总量	万 m <sup>3</sup>	49.57	65.73
4	桥梁工程	m/座	/	/
	特大桥		110.16/2	
	大中桥		/	/
5	互通式立交	处	1	1
6	占用土地数量	亩	610.13	612.34
结论			采用优化线路	

线路经过优化设计后，土石方量减少了 16.16 万 m<sup>3</sup>。优化后线路技术指标从减量化控制和资源化利用方面都优于原设计方案，综上本方案认为主体优化线路基本满足水土保持要求。

为了确保水土保持工作得到有效落实，方案对工程优化方案提出以下建议：

1) 进一步优化线路、桥梁、立交设计。优化路基防护和排水设计，确保桥梁、立交等重要构筑物和路基路面排水通畅。

2) 进一步调查沿线取（弃）土场、便道现状，逐段确定便道的规模、标准，尽量减少占地。

## 3.2 建设方案与布局水土保持评价

### 3.2.1 建设方案评价

项目建设方案与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的约束性规定的水土保持评价详见下表。

表 3-3 建设方案与布局的分析评价

序号	约束性规定		本工程涉及情况	分析说明及意见
1	公路、铁路工程填高大 20m，挖深大于 30m 应进行桥隧替代方案论证；路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案。		主体工程设计加大桥梁和互通立交比例的方案，桥梁比例占线路长度的 24.4%。	符合要求
2	城镇区的建设项目应提高植被建设标准，注重景观效果，配套建设灌溉、排水和雨水利用设施。		主体设计高速公路服务区、收费站管理所绿化执行 1 级标准，互通工程区内空地绿化执行 2 级标准，路基边坡执行 3 级标准；桥涵、施工生产生活区、施工便道区等区域执行 3 级标准。方案根据相关规范对路基边坡，临时占地等工程植被恢复与建设工程级别按 3 级标准执行。	符合要求
3	对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目，建设方案应符合下列规定：	应优化方案，减少工程占地和土石方量。公路、铁路等项目填高大 8m 宜采用桥梁方案；	主体设计通过优化平纵断面、挖方路堑平台宽度、施工场地布设、增加桥梁数量等减少土石方量，同时充分考虑利用互通空地等布设临时设施，减少工程占地。设计方案满足水土保持要求。	符合要求
4		截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。	路基、路堑边坡采用了拱形骨架防护，空心六棱植草砖防护等工程与植物防护相结合的设计方案；并配套建设较完整的排水系统；附属设施区提高了植被建设标准；取（弃）土场区、施工生产生活区及临时堆土场周边设置临时拦挡及临时排水措施，防洪标准提高 1 级（由 3 年一遇提高至 5 年一遇短历时设计暴雨）。	符合要求
5		宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。	主体工程考虑了路基截排水等措施，方案补充了雨水集蓄利用措施，施工生产生活区临时排水沉沙等措施。	方案均设计雨水集蓄利用及排水沉沙设施，符合要求
6		提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1~2 个百分点。	项目区多年平均降水量 150.0~155.0mm，属于干旱地区；林草覆盖率可降低 3%~5%；由于项目无法避让水土流失重点治理区，林草覆盖率维持标准值，工程临时占地区植物措施配置为灌草结合措施。	符合要求

### 3.2.2 工程占地评价

根据内蒙古自治区自然资源厅《关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段工程项目用地预审与选址意见书的批复》（内自然资预审字〔2023〕11 号）内蒙古自治区内永久占地为 117.2860hm<sup>2</sup>，现阶段内蒙古自治区内永久占地为 117.28hm<sup>2</sup>。根据自然资源部办公厅《自然资源部办公厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段（石嘴山市境内）工程建设用地预审意见的函》（自然资办函〔2023〕202 号）石嘴山市境内永久用地为 9.28hm<sup>2</sup>，现阶段石嘴山市境内永久占地为 9.28hm<sup>2</sup>。现阶段用地情况满足用地预审。

工程征占地 188.68hm<sup>2</sup>，其中永久占地 126.56hm<sup>2</sup>（耕地 5.44hm<sup>2</sup>，草地 101.57hm<sup>2</sup>，林地 0.72hm<sup>2</sup>，交通运输用地 11.8hm<sup>2</sup>，水域及水利设施用地 5.45hm<sup>2</sup>，其他土地 1.58hm<sup>2</sup>），临时占地 62.12hm<sup>2</sup>（耕地 0.06hm<sup>2</sup>，草地 59.63hm<sup>2</sup>，水域及水利设施用地 2.13hm<sup>2</sup>，其他土地 0.30hm<sup>2</sup>）。



附属工程用地指标为：高速公路匝道收费站  $0.6000\text{hm}^2/\text{座}$ ，服务区  $6.5333\text{hm}^2/\text{座}$ ，高速公路养护工区  $2.5333\text{hm}^2$ 。本工程建设巴音陶亥服务区 1 座，匝道收费站管理所、养护工区为合建，服务区南、北场区各占地  $5.05\text{hm}^2$ ，收费管理所占地  $2.97\text{hm}^2$ 。各项附属设施占地均满足要求。

### （3）临时占地分析评价

工程临时占地  $62.12\text{hm}^2$ ，其中耕地  $0.06\text{hm}^2$ ，草地  $59.63\text{hm}^2$ ，水域及水利设施用地  $2.13\text{hm}^2$ ，其他土地  $0.30\text{hm}^2$ 。工程大临工程优先考虑取弃结合，弃土堆存于取（弃）土场，不另外布置弃土场，符合节约用地原则；供电线路采取了永临结合的方式，为满足施工要求在穿越黄河时需修筑钢栈桥（已取得相关部门的行政许可，详见附件 7），施工便道尽量占用生产力较低的土地；施工结束后，临时占用的少量耕地及时采取复耕措施，恢复地力；其它临时占地恢复其原有功能。

取（弃）土场占地以土料质量及取土量为依据选择取（弃）土场大小，满足取土需求；从施工工艺上看，采取了先取土、后弃土的方式，取弃结合，减少临时占地；施工便道主要为连接线路工点、取（弃）土场及各施工临建，便道宽度  $5\text{m}$ ，施工便道布设宽度及长度基本满足施工要求。

施工生产生活区共 4 处，施工生产区及生活区同址建设，施工生产生活区尽量布置在运距合理，交通方便的区域，便于物料运移；施工生产生活区现状占地类型为草地；按照节约用地和减少扰动的要求，主体工程原设计施工生产生活区占地面积为  $14.67\text{hm}^2$ ，经过与设计单位沟通，在满足施工要求的前提下，本方案确定施工生产生活区总扰动面积为  $13.43\text{hm}^2$ ，较原设计节约用地  $1.24\text{hm}^2$ ；供电线路采用架空方式铺设，临时占地主要为架线过程中机械运输及吊装产生的扰动范围，尽量减少扰动面积。经评价分析，在节约用地的前提下，临时占地满足施工要求。

综上，从水土保持角度分析，本工程占地面积经过复核补充后不存在漏项，永久占地符合行业用地标准，临时占地满足施工要求；根据宁夏回族自治区自然资源厅《关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海至石嘴山段（石嘴山市境内）工程项目建设用地预审初审意见的报告》（宁自然资预审字〔2022〕67 号），本工程占用耕地  $2.55\text{hm}^2$ ，其中永久基本农田  $1.48\text{hm}^2$ ，通过踏勘论证，自然资源厅认为该项目补划的永久基本农田均为坡度小于  $25^\circ$  的耕地，永久基本农田补划符合“数量不减、质量不降低、布局稳定”的要求，并且永久基本农田所在市县补充耕地储备库指标充足，可在本区域内落实耕地占补平衡，自然资源部以《自然资源部办公厅关于 G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络

线乌海至石嘴山段（石嘴山市境内）工程建设用地预审意见的函》（自然资办函〔2023〕202号）对上述报告予以批复。建议下阶段主体工程设计进一步优化施工布置和施工时序，压缩施工便道、施工生产生活区等临时占地。根据自然资源部《关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号），建设单位对占用林地后续应及时补办相关用地手续。工程占用耕地较多，要求在用地报批前，按规定做好耕地占补平衡工作，足额落实补充耕地、土地复垦等相关费用；在用地报批时，耕作层土壤剥离利用安排情况随同补充耕地方案一并予以说明；对于占用耕地的路段，落实好耕作层土壤剥离再利用制度，做好耕作层土壤的剥离、保护和运输工作。

### 3.2.3 土石方平衡评价

#### 3.2.3.1 弃渣减量化控制及资源化利用

本工程尽量利用工程开挖料，减少工程外借土石方，减少扰动面积，实现资源最大化利用；仅少量的钻渣及不能被利用的土方用于回填取（弃）土场，参与取（弃）土场的平整，用于后期整治。工程线路短，且受黄河特大桥等主要控制性工程的限制，主线纵断面优化空间受限，仅能从K0+000~K7+500段线路进行优化，优化线路后增加中桥2座，减少路基长度110.16m，减少土石方量16.16万m<sup>3</sup>。

##### （1）减量化控制

在满足工程技术要求的前提下，进一步通过优化线路平纵断面、优化竖向设计等方式减少工程挖方和弃方。由于筑路工程的需要，工程存在一定量的借方，工程设计合理调整边坡坡率，进一步加强取（弃）土场路基填料勘察和试验，确保填料质量的同时，加强挖方泥岩、粉土等材料路用试验研究，充分利用挖方，减少弃方和借方。

##### （2）资源化利用

①综合分析运距，征占地数量、防护工程等，在综合投资合理的前提下，加强各标段和各专业之间的衔接，对工程各分区开挖土方充分利用，工程开挖土方利用率达到90%。

②充分调查表土资源的分布情况，加大表土的利用，本工程可剥离表土已经全部利用。

③充分结合本工程实际情况，弃方用于回填取（弃）土场，利用弃方对取（弃）土场进行修整；使取（弃）土场底部平台更有形。利用后期恢复景观效果。

④经主体设计及施工单位调查，本工程初步设计阶段优先调查了周边可利用的土料场情况，经分析周边弃土不符合路基填料要求。

### 3.2.3.2 土石方挖填方分析评价

本工程土石方总量 237.34 万  $\text{m}^3$ ，其中挖方 80.76 万  $\text{m}^3$ （含表土剥离 13.56 万  $\text{m}^3$ ），填方 156.58 万  $\text{m}^3$ （含表土回覆 13.56 万  $\text{m}^3$ ），利用方 73.16 万  $\text{m}^3$ ，借方 83.42 万  $\text{m}^3$ （来源于取（弃）土场），弃方 7.6 万  $\text{m}^3$ （去向为取（弃）土场），经计算，挖方利用率高达 90%。

（1）表土平衡评价，施工前对路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、取（弃）土场区、施工生产生活区及施工便道区可剥离表土区域进行表土剥离，剥离面积 66.16 $\text{hm}^2$ ，共剥离 13.56 万  $\text{m}^3$ ，剥离表土集中堆放，施工结束后直接用于植被恢复、绿化覆土或复耕，表土区间调配完全利用，符合水土保持的要求。表土剥离量及利用情况详见第 2 章土石方平衡及流向图。

（2）工程借方全部来源于取（弃）土场，弃方全部弃于取（弃）土场。主体工程设计公路路基开挖以纵向调用为原则，将开挖土方尽量利用；路基填筑料考虑充分利用开挖料，不足部分从取（弃）土场调运，经调查，工程利用土方 73.16 万  $\text{m}^3$ ，挖方利用率为 90%，挖方尽可能得到充分利用，土石方挖填数量符合最优化原则。

综上，本项目土石方数量符合最优化原则；土石方调运符合节点及时序可行、运距合理的原则；借方来源于取（弃）土场；弃方先被充分利用，不能被利用的弃于取（弃）土场；工程纵向合理调配土石方，减少取、弃方和临时占地数量。土石方平衡符合水土保持要求。

### 3.2.4 取（弃）土场设置评价

经现场调查，本公路工程共设置了 2 处取（弃）土场，均为坡面型。土场开挖深度分别为 3.3m 和 4.2m，2 处取（弃）土场均不设于崩塌、滑坡危险区和泥石流发生区，且均不涉及河道管理范围内。取（弃）土场评价详见表 3-4，通过评价，取（弃）土场设置满足水土保持要求。

本工程建设产生的全部弃土（渣）回填取（弃）土场，回填厚度为 0.5~1.1m，回填后取（弃）土场深为 2.8m~3.1m；充分利用取（弃）土场作为弃土（渣）堆放场地，施工结束后平整弃土渣，使取（弃）土场平台保持平整性并实施水土保持措施，利于后期植被恢复。取（弃）土场位于边坡顶部，汇水面积基本为自身占地区域，1 号取（弃）土场汇水面积为 0.14 $\text{km}^2$ ，2 号取（弃）土场汇水面积为 0.2 $\text{km}^2$ 。取（弃）土场选址不在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内；不位于河道、湖泊管理范围内；取（弃）土场选址合理。

本工程充分利用取（弃）土场回填弃土，不另行设置弃土场，取（弃）土场下游 1km 范围内无公共设施、基础设施及居民点等；施工结束后平整弃土渣，使取（弃）土场平台保持平整性并实施水土保持措施，利于后期植被恢复。工程少量弃土（渣）弃于取（弃）土场，符合《生产建设项目水土保持技术标准》的规定。

### 3.2.5 施工方法与工艺评价

(1) 施工方法分析评价具体见下表。

表 3-5 施工方法（工艺）分析评价一览表

类型	施工内容	施工工艺	水土保持评价
路基、互通	土方挖、填筑	1.施工前表土剥离，用于后期绿化； 2.对路基沿线不良地质、特殊路基进行处理，采取换填砂砾、压实等措施并做好排水措施，土方弃于取（弃）土场土坑； 3.土方填筑采取随运随填，挖、装、运、摊、平的机械化流水作业； 4.根据路基填筑进度安排，及时修筑路基工程区的排水、边坡防护工程。	1.表土剥离、回覆及土地整治有利于表土资源保护，改善植物生长环境，增加植物成率； 2.及时碾压、排水，可以有效减少土壤侵蚀，有利于水土保持； 3.及时实施排水、边坡防护措施，能有效减少土壤侵蚀，有助于水土保持。
桥梁工程	桥梁边坡及基坑开挖	1.桥墩开挖及边坡刷坡前，对占地区的表土进行剥离。 2.对钻孔、清孔、灌注砼过程中排水的泥浆，根据现场情况引入泥浆沉淀池中沉淀处理，经沉淀后，清运至取（弃）土场进行回填。中桥泥浆池回填并平整场地。 3.及时对桥下进行整治绿化。	1.表土剥离及回覆有利于表土资源保护，改善植物生长环境，增加植物成活率； 2.对泥浆进行沉淀，重复利用上部清水和泥浆，增加泥浆和水资源的重复利用，有利于水土保持； 3.对桥下进行整治绿化，有助于水土保持。
取（弃）土场	表土剥离剥离、植被恢复	1.取土前，采用推土机或人工进行表土剥离，就近集中堆放。 2.取土过程中分区块开挖后将临时堆土或弃土倒入已开挖的区块中。 3.取土完毕后，及时进行平整，回覆表土，进行植被恢复等。	1.剥离过程中重点做好表土堆存期间的防护； 2.减少临时占地面积，又能保证取土量； 3.取土结束后，及时进行土地整治，回覆表土，进行植被恢复，减少水土流失。
施工便道	路面平整	1.施工前，采用推土机或人工进行表土剥离。 2.施工便道单侧设置临时排水沟。	1.剥离过程中重点做好表土堆存期间的防护； 2.道路排水措施，有利于水土保持。
附属工程	土方挖、填筑、场地平整	1.施工前，采用推土机或人工进行表土剥离。 2.表土剥离后，场地采用机械开挖、整平施工。 3.开挖排水设施，边坡及空地防护。	1.施工期间应严格控制场地平整范围，做好场平区的防护措施； 2.表土剥离有利于保护资源，用于后期植被恢复； 3.排水设施可以有序疏导地表径流，有利于水土保持。
施工生产生活区	场地平整	1.施工前，采用推土机或人工进行表土剥离。 2.表土剥离后，场地采用机械开挖、整平施工。 3.布设临时排水沉沙。	1.施工期间应严格控制场地平整范围，做好场平区的防护措施； 2.表土剥离有利于保护资源，用于后期植被恢复； 3.排水沉沙可以有序疏导地表径流，有利于水土保持。
供电线路区	基坑开挖、回填、立杆架线	机械开挖为主，汽车运输，吊装，线路架设。	1.单杆施工期短，线杆架设后立即回填，减少开挖土方裸露时间。 2.单杆吊装及架线结束后，及时整治恢复植被。

(2) 工程不涉及在河岸陡坡开挖土方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施的情况。

(3) 工程不涉及大型料场开采及爆破。

(4) 工程场内土石方调运量大，土石方运输过程中需要加强施工管理和采取有效防护措施，如控制运输速度，散落土石方及时清理，尽量避免雨天运输等。

(5) 剥离表土采用机械为主、人工为辅的剥离方式；表土防护措施主要为临时苫盖、草袋围挡等措施。

(6) 桥梁施工期间设泥浆沉淀池，对钻孔、清孔、灌注砼过程中排水的泥浆，根据现场情况引入泥浆沉淀池中沉淀处理，经沉淀后，清运至取（弃）土场进行回填。中桥泥浆池回填并平整场地。黄河特大桥钢栈桥设计施工工艺满足防洪评价要求，并取得了相关部门的行政许可文件。

(7) 工程不涉及围堰填筑和拆除。

(8) 弃土渣弃于取（弃）土场，满足水土保持要求。

(9) 工程不设弃土场。

综上，工程选择的施工方法基本符合水土保持要求。

### 3.2.6 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

#### 3.2.6.1 路基工程防治区防治措施评价

主体设计与水土保持有关的工程包括表土剥离、表土回覆、路基边坡拱形骨架防护、六棱空心砖护坡、路基排水沟、路基截水沟、耕地挡水埝、边坡急流槽、植被恢复等。

##### (1) 表土剥离、回覆及土地整治

主体工程设计路基施工前应进行表土剥离。施工结束后对路基工程区六棱砖种草区域，拱形骨架内空地、路基两侧边坡及坡脚空地实施表土回覆。共剥离表土面积  $32.83\text{hm}^2$ ，剥离厚度  $0.20\text{m}$ ，剥离量  $6.71\text{万 m}^3$ ；回覆面积  $16.47\text{hm}^2$ ，覆土厚度  $0.15\text{m}$ ，总计回覆表土  $2.76\text{万 m}^3$ ，总土地整治面积  $16.47\text{hm}^2$ 。

##### (2) 路基边坡拱形骨架防护

根据主体工程路基防护设计，本工程路基边坡高度  $H>3.0\text{m}$  路段采取拱形骨架防护措施。砼砌块拱形骨架护坡宽度为  $2.0\text{m}$ ，骨架间距为  $0.7\text{m}$ ，砼砌块间隔为  $2.0\text{m}$ 。拱形骨架护坡措施左侧长度为  $7855\text{m}$ ，右侧为  $6632\text{m}$ ，防护面积  $12.29\text{m}^2$ 。

##### (3) 六棱空心砖护坡

根据主体工程路基防护设计，本工程路基边坡高度  $H>3.0\text{m}$  路段采取六棱空心砖防护措施。正六边形预制块外边长  $20\text{cm}$ ，内边长为  $14.2\text{cm}$ ，厚度为  $15\text{cm}$ ，内径为  $40\text{cm}$ 。六棱空心砖护坡左侧长度为  $440\text{m}$ ，右侧为  $440\text{m}$ 。防护面积  $1.10\text{hm}^2$ 。

##### (4) 路基排水沟

主体工程设计重现期为 15 年一遇最大  $24\text{h}$  洪水标准，根据主体工程路基排水工程设计，路堤坡脚排水沟采用砼矩形断面，侧壁、底板均为  $0.2\text{m}$  厚，排水沟底宽  $0.6\text{--}0.8\text{m}$ ，

深 0.6-0.8m；路堑边坡坡脚设置边沟，边沟分为矩形边沟及浅碟形边沟；挖方路段长度小于 350m，汇水量相对较小的挖方路段采用浅碟形边沟，沟宽 1.2m，沟深 0.3m；沟身采用 C30 现浇砼；挖方路段长大于 350m 且汇水量较大挖方路段采用矩形盖板边沟，边沟底宽 0.6m，深度根据边沟长度、汇水面积采用 0.4m、0.6m、0.8m 的变截面设计，沟身采用 C30 现浇砼，盖板为 C30 钢筋砼预制板。路基左侧排水沟长度为 3494m，右侧布置排水沟长度为 8524m，排水沟总长度为 12018m。

#### （5）路基截水沟

山坡截水沟一般设置于路堑坡顶以外 5.0m，截水沟结合实际地形、地质条件大致沿等高线布置。截水沟为底宽 0.6m，深 0.4m 直角梯形断面，边坡比为 1:1，路基截水沟总长为 1400m。

#### （6）耕地挡水埝

当路基经过耕地路段，为防止路面雨水冲刷农田，路堤坡脚外侧设置土质挡水埝，拦截路基及路面雨水。挡水埝断采用土质梯形断面，底宽 1.2m，高 0.5m，边坡比为 1:1，左右 2 侧耕地挡水埝总长度为 1016m。。

#### （7）边坡急流槽

根据主体工程设计，当路堤填高小于 3m 时，路面水采用散排；当路堤填高大于 3m 时，设置边坡急流槽，急流槽采用 C30 钢筋砼结构，设置间距为 15~25m 一道。急流槽末端带有消能设施，急流槽总计为 607 道。

#### （8）植被恢复

##### ①路基边坡拱形骨架内种植灌草

根据本工程施工图设计，拱形骨架铺好后，骨架内空地种草。灌草品种有柠条、草木樨、杨柴、苜蓿、披碱草，借鉴已实施项目水土保持经验，每种草籽 16kg/hm<sup>2</sup>，混合播种量为 80kg/hm<sup>2</sup>，防护面积为 12.29hm<sup>2</sup>，种草面积 7.56hm<sup>2</sup>。

##### ②路基边坡空心植草砖内种植灌草

六棱植草砖铺好后，孔内空地种植灌草进行防护；灌草品种与拱形骨架内空地一致，选用混合草籽。空心六棱植草砖内空地防护面积为 0.44hm<sup>2</sup>。

##### ③路基两侧边坡人工种草

路基高度小于 3.0m 的边坡采用植草防护措施，灌草品种、播种量与播种方式同拱形骨架内种草措施一致。路基边坡种草面积为 4.98hm<sup>2</sup>。

##### ④路基边坡坡脚至界桩空地植树种草

主体工程未设计路基边坡坡脚至界桩空地绿化措施，本方案进行补充设计，路堑坡顶至界桩空地宽度为 1.0~7.0m，路堤坡脚至界桩空地宽度为 1.0m。坡脚至界桩空地选择灌草品种、播种量与播种方式同拱形骨架内种草措施一致，路基坡脚至界桩空地绿化面积 3.49hm<sup>2</sup>。

#### (9) 临时防护

主体设计未对路基工程区裸露边坡进行防护，本方案进行补充设计。施工区按时洒水降尘。

#### (10) 水土保持措施分析与评价

主体工程设计路基工程区工程和植物措施，布设合理，对路基排水进行了详细的设计，这些防护措施在防护主体工程的同时也有效地控制了水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确了工程规模与数量、结构形式等，设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程设计中缺少裸露边坡防护，方案将予以补充完善。

### 3.2.6.2 桥梁工程防治区防治措施评价

桥梁工程区主体设计与水土保持有关的工程包括表土剥离、绿化工程、临时沉淀池等。

#### (1) 表土剥离

桥梁工程区施工前，桥梁工程区占地类型为耕地的区域进行表土剥离，耕作层剥离厚度为 0.2m，剥离面积 1.74hm<sup>2</sup>，剥离量 0.52 万 m<sup>3</sup>。

#### (2) 复耕

桥梁施工结束后，方案补充设计占压耕地区域的复耕措施，将原剥离的耕作层平铺于剥离面，桥梁复耕面积为 1.4hm<sup>2</sup>（耕地面积扣除桥墩占地 0.34hm<sup>2</sup>）。

#### (3) 土地整治

方案补充设计桥梁工程区复耕以外的区域采取土地整治。土地整治面积为 5.80hm<sup>2</sup>。

#### (4) 植被恢复

主体工程设计桥梁施工区及桥下空地可恢复植被区域撒播草籽，种草选择的草种为混合草籽，恢复植被面积 5.80hm<sup>2</sup>。

#### (5) 临时防护措施

##### ①表土剥离防护

主体工程未设计桥梁工程区表土剥离防护措施，本方案进行补充设计。根据堆放地点及时长，方案设计临时堆土区周边实施装土袋拦挡，表面密目网临时苫盖防护措施。



### ②基础回填土临时防护

主体工程未设计桥梁工程区基础回填土临时防护措施，本方案进行补充设计。根据堆放地点及时长，方案设计临时堆土区周边实施装土袋拦挡，表面密目网临时苫盖防护措施。

### ③泥浆沉淀池

主体工程设计 5 座中桥桥墩桩基础施工时布设泥浆沉淀池，共布设 14 座。

### (6) 水土保持措施分析与评价

主体工程设计桥梁工程区工程和植物措施以及泥沙沉淀池，布设合理，这些防护措施在防护主体工程的同时也有效地防治水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确了工程规模与数量、结构形式等，各项设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程未考虑施工结束后复耕、土地整治等工程措施以及临时拦挡、苫盖等临时措施，方案将予以补充完善。

#### 3.2.6.3 互通工程防治区防治措施评价

互通工程区与水土保持有关的工程包括表土剥离、表土回覆、拱形骨架防护、六棱空心砖护坡、互通工程路基排水沟、互通边坡急流槽、植被恢复等。

##### (1) 表土剥离与回覆

主体设计互通工程施工前应进行表土剥离。施工结束后对互通工程区拱形骨架内空地、空心六棱砖内植草空地、路基植草边坡实施表土回覆。共剥离表土面积  $3.95\text{hm}^2$ ，剥离厚度  $0.20\text{m}$ ，剥离量  $0.79$  万  $\text{m}^3$ ；回覆面积  $5.38\text{hm}^2$ ，覆土厚度  $0.15\text{m}$ ，总计回覆表土  $0.79$  万  $\text{m}^3$ 。

##### (2) 土地整治

施工结束后，互通内空地绿化区域进行土地整治。

##### (3) 拱形骨架防护

根据主体工程路基防护设计，双敖包沟、巴音陶亥北互通设置拱形骨架护坡。双敖包沟路基边坡拱形骨架防护左侧防护长度为  $760\text{m}$ ，右侧防护长度为  $1734\text{m}$ ，总防护面积为  $2.08\text{hm}^2$ ；巴音陶亥北互通设置拱形骨架护坡左侧防护长度为  $1770\text{m}$ ，右侧防护长度为  $2213\text{m}$ ，总防护面积为  $3.62\text{hm}^2$ 。

##### (4) 空心六棱砖护坡

根据主体工程路基防护设计，双敖包沟互通设置空心六棱砖防护；双敖包沟空心六棱砖防护左侧防护长度为  $120\text{m}$ ，右侧防护长度为  $120\text{m}$ ，总防护面积为  $0.27\text{hm}^2$ 。

### （5）排水工程

主体工程设计互通路基边坡脚及空地外围设置矩形及浅碟形排水沟，排水沟规格及设计标准同路基工程区；双敖包沟互通匝道左侧布置排水沟长度为 432m，右侧布置排水沟长度为 1129m，排水沟总长度为 1561m。巴音陶亥北互通匝道左侧布置排水沟长度为 820m，右侧布置排水沟长度为 651m，排水沟总长度为 1471m。

### （6）互通工程路基边坡急流槽

互通路基边坡布置了急流槽，急流槽规格及设计标准同路基工程区；双敖包沟互通匝道边坡急流槽为 69 道。巴音陶亥北互通匝道边坡急流槽为 126 道。

### （7）植被恢复

#### ①互通路基边坡拱形骨架内种草

根据本工程施工图设计，拱形骨架铺好后，骨架内空地种草。灌草品种有柠条、草木樨、杨柴、苜蓿、披碱草，每种草籽  $16\text{kg}/\text{hm}^2$ ，混合播种量为  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ ；双敖包沟互通工程区拱形骨架内种草面积  $1.21\text{hm}^2$ ，巴音陶亥北互通工程区拱形骨架内种草面积  $2.16\text{hm}^2$ 。

#### ②互通路基边坡六棱植草砖孔内种植灌草

六棱植草砖铺好后，孔内空地种植灌草进行防护；灌草品种与拱形骨架内空地一致，选用混合草籽。双敖包沟互通匝道路基空心六棱植草砖孔内种植灌草面积为  $0.11\text{hm}^2$ 。

#### ③互通路基填方边坡人工种草

根据本工程两阶段施工图设计，互通路基边坡高度小于 3.0m 的边坡采用植草防护措施，灌草品种、播种量与播种方式同拱形骨架内种草措施一致。双敖包沟互通路基边坡种草面积  $0.84\text{hm}^2$ 。巴音陶亥北互通路基边坡种草面积  $1.06\text{hm}^2$ 。

#### ④路基边坡坡脚至界桩空地植树种草

根据本工程两阶段施工图设计，主体工程已设计互通工程区空地绿化措施，采用灌草相结合的绿化方法。灌木选择红柳，柠条及杨柴，株行距 3.0m；树下种草，草种选择草木樨、苜蓿、披碱草混合草籽，播量为  $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。互通内空地总绿化面积为  $8.78\text{hm}^2$ 。

### （8）临时防护

主体工程设计中缺少路基工程区临时防护措施，本方案进行补充设计。方案设计互通工程区堆土区周边装土袋拦挡，表面用密目网苫盖防护措施。同时结合本工程施工特点，要求施工区经常进行洒水降尘。

### （9）水土保持措施分析与评价

主体工程设计互通工程区工程和植物措施，布设合理，对互通工程区路基排水进行详细的设计，这些防护措施在防护主体工程的同时也有效地防治水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确工程规模与数量、结构形式等，各项设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程未考虑表土临时防护及雨水集蓄利用措施，方案将予以补充完善。

#### 3.2.6.4 附属设施防治区防治措施评价

附属设施主体设计与水土保持有关的工程包括附属设施区表土剥离与回覆、外围空心六棱植草砖防护、截排水沟、绿化工程等。

##### (1) 附属设施区外围边坡空心六棱植草砖防护

根据主体工程设计资料，巴音陶亥服务区南区边坡设置空心六棱植草砖护坡长度为 495m，防护面积为  $0.51\text{hm}^2$ 。

##### (2) 截排水沟

根据本工程两阶段施工图设计，巴音陶亥服务区挖方边坡坡顶设置砼截水沟，截水沟为底宽 0.6m，深 0.4m 直角梯形断面，截水沟长度为 565m；填方边坡及挖方边坡坡脚设置矩形排水沟，排水沟断面尺寸为底宽 60cm，深 60cm，排水沟长度分别为 413m 和 490m。

##### (3) 表土剥离、回覆及土地整治

主体工程表土剥离与回覆措施，剥离厚度为 20cm，剥离表土用于后期绿化覆土，土地整治面积  $3.38\text{hm}^2$ 。

##### (4) 植被恢复

###### ①附属设施区内空地绿化

根据本工程两阶段施工图设计，空地绿化采用乔灌草相结合的绿化方法。乔木选择新疆杨、樟子松、圆柏、白榆等，株行距为 3.0m；灌木选择沙棘、连翘、柽柳等，株行距 1.0m；空地树下及外围边坡空地种草，草种选择与互通工程区一致的混合草籽。空地绿化面积为  $2.56\text{hm}^2$ 。

###### ②附属设施区外围边坡空地种草

据本工程两阶段施工图设计，主体工程设计附属设施区外围边坡种草，服务区外围边坡空心砖内空地及收费站管理所外围边坡种草。附属设施区外围边坡种草面积为  $0.82\text{hm}^2$ 。

##### (5) 临时防护

主体工程未设计临时堆土区防护，本方案进行补充设计。方案设计附属设施区基础

回填集中堆放在绿化空地区，临时堆土周边装土袋拦挡，表面用密目网苫盖防护措施。同时结合本工程施工特点，要求施工区经常进行洒水降尘。

#### (6) 水土保持措施分析与评价

主体工程设计中附属设施区进行了工程和植物措施设计，布设合理，这些防护措施在防护主体工程的同时也有效地控制了水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确了工程规模与数量、结构形式等，各项设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程未考虑临时堆土防护措施，雨水集蓄利用，方案将予以补充完善。

### 3.2.6.5 取（弃）土场防治区防治措施评价

取（弃）土场具有水土保持功能的措施主要有表土剥离、表土回覆、植被恢复。

#### (1) 表土剥离、回覆及土地整治

主体设计 1 号取（弃）土场取土前应进行表土剥离。取（弃）土场使用结束后，平台进行平整，平台及边坡实施表土回覆，覆土源为取（弃）土场本区剥离表土及路基剥离表土。共剥离表土面积  $11.62\text{hm}^2$ ，剥离厚度  $0.20\text{m}$ ，剥离量  $2.32\text{万 m}^3$ ，表土回覆及土地整治面积  $33.20\text{hm}^2$ 。

#### (2) 土埂网格防护

主体工程未设计取（弃）土场土埂网格防护，方案补充设计。为保证边坡植被恢复效果，且由于取土平台面积较大，不宜整片采取植被恢复措施，取（弃）土场利用部分弃土修筑土埂及土埂网格，将取土平台划分为相同大小的网格，以利于取（弃）土场平台分区分片进行植被恢复，增加其保水保土效果。

#### (3) 植被恢复

主体工程未设计取（弃）土场区恢复植被措施，方案进行补充设计。施工结束后，取（弃）土场区采取人工植灌草防护措施，平台种植灌草，灌木选择柠条，草种为苜蓿和披碱草；边坡人工种草及平台土埂种草。

#### (4) 临时防护

主体工程未设计剥离表土和临时弃土防护措施，本方案进行补充设计。方案设计沿开挖面边缘  $1.0\text{m}$  以外的区域堆放剥离表土，临时弃土弃入分区块开挖取（弃）土场；待本区块开挖结束后，及时实施边坡与平台覆土整治工程；方案设计取（弃）土场临时堆土体下游边坡装土袋拦挡，表面用密目网苫盖防护措施。同时结合本工程施工特点，要求施工区经常进行洒水降尘。

#### (5) 水土保持措施分析与评价

主体工程设计中取（弃）土场进行了表土剥离及回覆设计，布设合理，这些防护措施可以有效地控制水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确了工程规模与数量、结构形式等，各项设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程未考虑平台土埂网格防护、植物措施及临时堆土防护措施，方案将予以补充完善。

### 3.2.6.6 施工生产生活区防治措施评价

施工生产生活区具有水土保持功能的措施主要有表土剥离、表土回覆等。

#### （1）表土剥离、回覆与土地整治

主体设计施工生产生活区开挖前应进行表土剥离。施工对临时占用区域进行表土回覆。生产区表土剥离厚度为 0.2m，剥离面积为 13.43hm<sup>2</sup>，剥离量为 2.69 万 m<sup>3</sup>；回覆面积 13.43hm<sup>2</sup>，覆土厚度 0.2m，总计回覆表土 2.69 万 m<sup>3</sup>，土地整治面积为 14.43hm<sup>2</sup>。

#### （2）临时排水沟

主体工程未设计临时排水沟，本方案补充设计。采用标准为 5 年一遇 10min 短历时设计暴雨，施工生产生活区临时排水为土质梯形断面，安全超高均为 0.1m，断面尺寸为深 0.6m，底宽 0.6m，边坡比为 1:1。

#### （3）临时沉沙池

临时沉沙池主要沉积场区径流产生的泥沙，布设在临时排水沟末端便于清淤。方案设计沉沙池为矩形断面，沉沙池为土质，只开挖不衬砌，沉沙池宽 3.0m，长度为 3.0m，深 1.5m，共设计 4 处临时沉沙池。

#### （4）植被恢复

主体工程未设计施工生产生活区恢复植被措施，方案进行补充设计。施工结束后，施工生产生活区采取人工植灌草防护措施，灌木选择柠条，草种为苜蓿和披碱草。

#### （5）临时防护

主体工程未对施工生产生活区剥离表土设计临时防护措施，本方案进行补充设计。方案设计剥离表土临时堆放于生产区内，临时堆土周边装土袋拦挡，表面用密目网苫盖防护措施。同时结合本工程施工特点，要求施工区经常进行洒水降尘。

#### （6）水土保持措施分析与评价

主体工程设计中施工生产生活区进行了表土剥离及回覆设计，布设合理，这些防护措施可以有效地控制水土流失，具有较强的水土保持功能，且已明确了工程规模与数量、结构形式等，各项设计标准符合水土保持规范要求。但是主体工程设计中未考虑临时排水沟、临时沉沙池、裸露空地临时防护、植被恢复和剥离表土临时防护措施，方案

将予以补充完善。

#### 3.2.6.7 施工便道区防治措施评价

施工便道区具有水土保持功能的措施主要有表土剥离。

##### (1) 表土剥离

根据主体工程两阶段施工图设计，路基施工便道占用耕地的区域实施耕作层剥离，剥离厚度为 0.2m，剥离面积为 0.06hm<sup>2</sup>，剥离量为 0.02 万 m<sup>3</sup>。

##### (2) 复耕

主体工程未设计复耕，本方案进行补充。施工结束后，对路基施工便道占地类型为耕地的区域进行复耕。

##### (3) 土地整治

主体工程设计土地整治措施。

##### (4) 植被恢复

主体工程未设计施工便道恢复植被措施，方案进行补充设计。施工结束后，施工生产生活区采取人工植灌草防护措施，灌木选择柠条，草种为苜蓿和披碱草。

##### (5) 临时防护

主体设计未对施工便道区剥离表土进行临时防护设计，本方案进行补充设计。方案设计临时堆土存放于便道一侧，设计密目网苫盖防护措施。同时结合本工程施工特点，要求施工区经常进行洒水降尘。

##### (6) 水土保持措施分析与评价

主体工程设计施工便道区表土剥离，主体工程设计中缺少临时排水、土地复耕、植被恢复和剥离表土临时防护措施，方案将予以补充完善。

#### 3.2.6.8 供电线路防治区防治措施评价

主体工程未对供电线路防治区进行水土保持措施设计，由于供电线路施工期较短，且扰动强度较小，方案设计施工结束后及时采取土地整治、植被恢复措施。

#### 3.2.6.9 主体工程设计中具有水土保持功能工程的总体分析评价

主体工程在设计上虽然兼顾了水土保持功能，但体系并不完善，主体设计具有水土保持功能的措施主要以工程措施、植物措施为主。对于建设过程中的临时水土保持措施布置不完善。

针对工程建设过程中水土流失控制与防护措施不足，方案需进一步补充上述方面防护措施，使本方案水土保持措施形成一个完整、科学与可操作的防护体系，具体分析情

况如下。

**表 3-6 工程设计水土保持工程分析与评价表**

防治区	主体设计水土保持工程		方案需新增或补充完善的措施
	主体工程设计内容	问题与不足	
路基工程区	工程措施：表土剥离、表土回覆、土地整治、路基边坡拱形骨架防护、六棱空心砖护坡、路基排水沟、路基截水沟、耕地挡水埝、边坡急流槽、洒水降尘。	缺少路基边坡坡脚至界桩空地植树种草及裸露边坡临时防护	路基边坡坡脚至界桩空地植树种草及裸露边坡临时防护。
	植物措施：路基边坡拱形骨架内种植灌草、空心植草砖内种植灌草、路基两侧边坡人工种草。		
	临时措施：无。		
桥梁工程区	工程措施：表土剥离。	缺少土地复耕、土地整治及临时防护措施	工程措施：复耕、土地整治
	植物措施：桥梁施工区及桥下空地植被恢复。		植物措施：无
	临时措施：泥浆沉淀池。		临时措施：剥离表土及回填土临时防护
互通工程区	工程措施：表土剥离、表土回覆、拱形骨架防护、六棱空心砖护坡、互通工程路基排水沟、互通边坡急流槽、洒水降尘。	缺少临时防护措施，雨水集蓄利用设施	互通内空地绿化区域进行土地整治，路基剥离表土临时防护，雨水集蓄利用设施。
	植物措施：互通路基边坡空心六棱植草砖及拱形骨架护坡内种草，填方路基边坡人工种草、互通内空地绿化。		
	临时措施：无。		
附属设施区	工程措施：表土利用，土地整治、附属设施区外围边坡预制块防护、截排水沟、洒水降尘。	缺少临时防护措施，雨水集蓄利用措施	附属设施区空地及外围边坡土地整治，剥离表土临时防护、雨水集蓄利用。
	植物措施：附属设施区空地及边坡绿化。		
	临时措施：无。		
取（弃）土场区	工程措施：表土剥离与回覆、土地整治、洒水降尘。	缺少平台挡护、植物措施及临时防护措施	工程措施：土埂网格防护。
	植物措施：无。		植物措施：平台及边坡种植灌草。
	临时措施：无。		临时措施：临时堆土临时防护。
施工生产生活区	工程措施：表土剥离及回覆、土地整治、洒水降尘。	缺少临时排水沟及沉沙池、植物措施、临时防护措施	土地整治，设置临时排水沟及沉沙池，表土临时防护，裸露空地防护。
	植物措施：无。		
	临时措施：无。		
施工便道区	工程措施：表土剥离、洒水降尘。	缺少复耕、土地整治、植被恢复及临时防护措施	复耕，土地整治，扰动区域植被恢复，表土临时防护、临时排水。
	植物措施：无。		
	临时措施：无。		
供电线路区	工程措施：无。	土地整治，植被恢复	扰动区域土地整治并进行植被恢复。
	植物措施：无。		

### 3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

#### （1）水土保持工程界定原则

- 1) 表土剥离和保护应界定为水土保持措施；
- 2) 土地整治应界定为水土保持措施；
- 3) 植被建设应界定为水土保持措施；
- 4) 采用透水形式的场地硬化措施可界定为水土保持措施；
- 5) 以防治水土流失为主要目标的防护工程，应界定为水土保持工程。

6) 难以区分是否以水土保持功能为主的工程，可按破坏性试验的原则进行界定；即假定没有这些工程，主体设计功能仍然可以发挥作用，但会产生较大的水土流失，此类

工程应界定为水土保持措施。

(2) 主体工程设计中具有水土保持功能不纳入本方案的措施

高速公路路面硬化工程，特殊路基处理段工程，路基挡墙工程不界定为水土保持工程。

(3) 主体工程设计中具有水土保持功能纳入本方案的措施。

表 3-7 主体工程中界定为水土保持工程的措施工程量及投资表

防治分区	措施名称	规模		投资（万元）
		单位	数量	
路基工程区	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	6.71	89.84
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	2.76	20.81
	土地整治	hm <sup>2</sup>	16.47	2.20
	拱形骨架护坡	hm <sup>2</sup>	12.29	1629.11
	空心六棱砖防护	hm <sup>2</sup>	1.10	107.17
	排水（边）沟	m	12018	378.74
	截水沟	m	1400	44.12
	耕地挡水埝	m	1016	0.51
	急流槽及跌水	m	12898	123.47
	拱形骨架内种草	hm <sup>2</sup>	7.56	47.03
	六棱空心砖内种草	hm <sup>2</sup>	0.44	2.73
	路基边坡种植灌草	hm <sup>2</sup>	4.98	30.98
	洒水降尘	台时	1440	15.01
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.52	6.97
桥梁工程区	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.52	3.92
	土地整治	hm <sup>2</sup>	5.80	0.77
	桥梁施工扰动区及桥下空地种灌草	hm <sup>2</sup>	5.80	36.07
	泥浆沉淀池	座	14	1.00
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.79	10.58
互通工程区	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.79	5.96
	土地整治	hm <sup>2</sup>	8.78	1.17
	拱形骨架护坡	hm <sup>2</sup>	5.70	746.74
	空心六棱砖防护	hm <sup>2</sup>	0.27	27.40
	排水（边）沟	m	3032	95.55
	急流槽及跌水	m	4160	39.82
	拱形骨架内种灌草	hm <sup>2</sup>	3.37	20.96
	六棱空心砖内种灌草	hm <sup>2</sup>	0.11	0.68
	路基边坡种植灌草	hm <sup>2</sup>	1.90	11.82
	空地绿化	hm <sup>2</sup>	8.78	70.93
	洒水降尘	台时	720	7.50
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.51	6.83
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.51	3.85
附属设施区	土地整治	hm <sup>2</sup>	3.38	0.45
	空心六棱砖防护	hm <sup>2</sup>	0.51	52.85
	截排水沟	m	1468	46.26
	空地及边坡绿化	hm <sup>2</sup>	3.38	34.78
	洒水降尘	台时	720	7.50
	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.51	6.83
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.51	3.85



续表 3-7

主体工程界定为水土保持工程的措施工程量及投资表

防治分区	措施名称	规模		投资 (万元)
		单位	数量	
取(弃)土场防治区	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	2.32	31.06
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	6.27	47.28
	土地整治	hm <sup>2</sup>	33.2	4.43
	洒水降尘	台时	360	3.75
施工生产生活区	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	1.65	22.09
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	1.65	20.28
	土地整治	hm <sup>2</sup>	13.43	1.79
	洒水降尘	台时	360	3.75
施工便道区	表土剥离	万 m <sup>3</sup>	0.02	0.27
	表土回覆	万 m <sup>3</sup>	0.02	0.15
	土地整治	hm <sup>2</sup>	7.62	1.02
	洒水降尘	台时	360	2.71
合 计				3867.70

## 4 水土流失分析与预测

### 4.1 水土流失现状

本工程位于内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区境内，根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（办水保〔2013〕188号），项目区所在的乌海市海南区和石嘴山市惠农区未列入国家级水土流失重点防治区内，根据《内蒙古自治区人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的通告》（内政发〔2016〕144号）和《宁夏回族自治区水土保持规划（2016-2030年）》，乌海市海南区属黄河内蒙古自治区级水土流失重点治理区。石嘴山市惠农区属宁夏回族自治区级水土流失一般预防区。线路所经乌海市海南区和石嘴山市惠农区水土保持一级区划为西北黄土高原区，二级区划为宁蒙覆沙黄土丘陵区，容许土壤流失量为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据《宁夏回族自治区 2022 年水土保持公报》和《内蒙古自治区水土保持公报（2022 年度）》，项目所在海南区及惠农区水土流失现状见表 4.1-1。

**表 4.1-1 项目所在区水土流失现状表** 单位： $\text{km}^2$

行政区	土壤侵蚀面积	不同侵蚀类型面积		不同强度侵蚀面积				
		水力侵蚀	风力侵蚀	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
内蒙古自治区乌海市海南区	733.68	3.14	730.54	669.68	60.86	0.93	1.59	0.62
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	519.03	128.37	390.66	517.9	1.00	0.13	0	0

项目区土壤侵蚀总面积  $188.68\text{hm}^2$ ，其中轻度侵蚀面积  $19.61\text{hm}^2$ ，中度侵蚀面积  $160.70\text{hm}^2$ ，强烈侵蚀面积  $6.85\text{hm}^2$ ，极强烈侵蚀面积  $1.52\text{hm}^2$ 。项目区土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀；线路穿越区域以中度侵蚀强度为主。

### 4.2 水土流失影响因素分析

#### 4.2.1 工程建设对水土流失的影响

随着工程的建设，必然对工程建设区进行开挖、回填及其它施工活动，对原地貌进行扰动或形成再塑地貌，破坏原有植被，加剧区域内水土流失的发生与发展。从工程的施工工艺可以看出，水土流失在建设期主要发生在土方开挖、填筑的建设过程中，由于开挖填筑过程中形成的人工边坡，使径流集中；同时扰动后的土体结构疏松，固持土壤的植被又完全被破坏，随着原地貌水土保持功能的降低或丧失，在一定时段内造成

土壤侵蚀量的急剧增加。

### (1)水土流失成因

#### ①大风

风力的大小直接影响下垫面物质的运动和沉积，它的搬运能力取决于风速、风向和风的延续时间。工程建设区属干旱大陆性气候，年平均风速  $2.4\sim 2.8\text{m/s}$ ，以西北风为主，春季风多、风大、干燥，瞬间最大风速为  $22\sim 24\text{m/s}$ ，大风日数  $9\sim 14$  天，大风主要在每年的  $3\sim 5$  月和  $10\sim 12$  月，风力一般在  $8\sim 9$  级。由此可见，春季强劲的大风是构成了风力侵蚀的动力源。在施工过程中及施工完成后的几年内，施工区内地表裸露，地表植被尚未完全恢复，在风力作用下，易产生侵蚀等表土流失。

#### ②降水

集中降水是导致水力侵蚀的直接动力。项目区多年平均降水量  $150\sim 155\text{mm}$ ，多集中  $6\sim 9$  月份，占全年降水量的  $73\%$ 。降水特点是：降水集中、强度大，且常以暴雨的形式出现，为工程建设形成的开挖面、裸露面以及开挖和回填土料的水力侵蚀提供了外营力。

#### ③地形地貌

地面的坡度、坡长、坡向、绝对高度和相对高度等都对水土流失有影响。其中坡度是最突出的影响因子，直接影响径流的冲刷能力。一般土壤侵蚀量随坡度的增加而增加。工程建设过程中土石方的开挖、填筑、临时堆土形成的边坡，使顶部积水向边坡倾泻，冲刷严重。

#### ④下垫面—土壤与母质

土壤既是侵蚀对象，又是影响侵蚀的因素。各种土壤都具有不同的抗蚀力。当侵蚀外营力(水力、风力)一定时，土壤抵抗土壤侵蚀的能力主要取决于土壤质地及有机质含量等。土壤颗粒质量越小，结构越松散，有机质含量越低，抵抗风蚀的能力越小，反之则越大。扰动后破坏了原土体结构，改变了外营力与土体抵抗力之间形成的自然相对平衡，加剧了水土流失的发生和发展，是造成水土流失的主导因素。

#### ⑤植被

植被与水土流失关系十分密切，良好的植被覆盖有助于保持水土、防止流失。植被保持水土的功能和机理包括冠层的截流作用、枯落物层的滞水效应、根系层的抗冲效应以及综合作用下的减流减沙效应等。由于工程建设活动完全破坏了原地表的植被，使植被降低风速、增加土壤抗蚀性的能力全部丧失，是造成水土流失的主导因素。

## 4.2.2 本工程水土流失特点

### ①路基、桥梁和互通

主要施工活动为：原地表处理(清基)—路基填筑—路面铺设—边坡防护排水施工—路基两侧清理。

原地表处理由于扰动地表、破坏原有植被，使地面裸露，地表植被和砾石盖度为0，地表翻扰后使得原始土体密度减小，土壤可蚀性因素增大，在降雨和风力的作用下极易产生水力侵蚀(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。路基填筑由于进行了分层碾压，土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，水力侵蚀较轻，水力侵蚀类型按上方无来水工程开挖面计算，风力侵蚀为一般扰动地表。路面铺设施工是在已建成的碾压路基区域进行面层铺设，产生的水土流失部位主要在路基边坡及两侧，路基边坡扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀(上方无来水工程堆积体)和风力侵蚀(一般扰动地表)，路基两侧扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。

### ②附属设施

主要施工活动为原地表清理(场平)—基础开挖—临时堆土—土建施工。

原地表处理由于扰动地表、破坏原有植被，使地面裸露，地表植被和砾石盖度为0，地表翻扰后使得原始土体密度减小，土壤可蚀性因素增大，在降雨和风力的作用下极易产生水力侵蚀(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。基础开挖扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀(上方无来水工程开挖面)。临时堆土由于人为再塑地貌后形成松散的堆积物，在降雨和风力作用下极易产生水力侵蚀(上方无来水工程堆积体)和风力侵蚀(工程堆积体)。土建施工扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。

### ③取(弃)土场

主要施工活动为：原地表处理—土方开挖—临时堆土。

原地表处理由于扰动地表、破坏原有地表及植被，使地面裸露，地表植被和砾石盖度为0，地表翻扰后使得原始土体密度减小，土壤可蚀性因素增大，在降雨和风力的作用下极易产生水力侵蚀(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。取(弃)土场土方开挖土壤侵蚀类型以风力侵蚀为主，水力侵蚀较轻微，水力侵蚀类型为上方无来水工程开挖面，风力侵蚀为一般扰动地表。临时堆土由于人为再塑地貌后

形成松散的堆积物，在降雨和风力作用下产生的水土流失。扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀(上方无来水工程堆积体)和风力侵蚀(工程堆积体)。

#### ④施工生产生活区

施工生产生活区主要施工活动为原地表处理及占压。

由于场地平整及拌合站的建设、临时堆料等，扰动占压地表、破坏原有植被。扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀类型(地表翻扰型一般扰动地表)和风力侵蚀(一般扰动地表)。

#### ⑤施工便道

主要施工活动为：道路修筑。

由于道路修筑的施工，扰动地表、破坏原有植被，使地面裸露，产生水土流失。水力侵蚀类型为地表翻扰型一般扰动地表，风力侵蚀为一般扰动地表。

#### ⑥供电线路

供电线路的施工活动主要为基础开挖—临时堆土—施工碾压及占压。

基础开挖扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀（上方无来水工程开挖面）。临时堆土由于人为再塑地貌后形成松散的堆积物，在降雨和风力作用下极易产生水力侵蚀（上方无来水工程堆积体）和风力侵蚀（工程堆积体）。施工碾压及占压区域施工扰动后的土壤侵蚀类型为水力侵蚀（地表翻扰型一般扰动地表）和风力侵蚀（一般扰动地表）。

### 4.2.3 扰动土地面积、植被损毁面积

本工程总占地面积  $188.68\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $126.56\text{hm}^2$ （耕地  $5.44\text{hm}^2$ ，草地  $101.57\text{hm}^2$ ，林地  $0.72\text{hm}^2$ ，交通运输用地  $11.8\text{hm}^2$ ，水域及水利设施用地  $5.45\text{hm}^2$ ，其他土地  $1.58\text{hm}^2$ ），临时占地  $62.12\text{hm}^2$ （耕地  $0.06\text{hm}^2$ ，草地  $59.63\text{hm}^2$ ，水域及水利设施用地  $2.13\text{hm}^2$ ，其他土地  $0.30\text{hm}^2$ ）；工程占地位于内蒙古自治区乌海市及宁夏回族自治区石嘴山市境内，其中乌海市境内  $170.67\text{hm}^2$ ，石嘴山市境内  $18.01\text{hm}^2$ 。

本工程损毁植被面积计工程扰动面积中的林地面积与草地面积，共计  $161.92\text{hm}^2$ 。包括林地  $0.72\text{hm}^2$  和草地  $161.2\text{hm}^2$ 。

表 4.2.3-1 工程占地面积总表 单位:  $\text{hm}^2$ 

行政区划	项目名称	占地类型						
		耕地	草地	林地	交通运输用地	水域及水利设施用地	其他土地	合计
内蒙古自治区 乌海市 海南区	路基工程区	0.46	61.09	0.72				62.27
	桥梁工程区	0.13	3.08			2.03	0.36	5.60
	互通工程区	2.3	26.89		11.80		0.90	41.89
	附属设施区		7.40				0.62	8.02
	取(弃)土场		33.2					33.2
	施工生产生活区		8.23					8.23
	施工便道区		7.62			0.45		8.07
	供电线路区		3.39					3.39
小计		2.89	150.9	0.72	11.8	2.48	1.88	170.67
宁夏回族自治区 石嘴山市 惠农区	路基工程区	0.94	0.03					0.97
	桥梁工程区	1.61	4.78			3.42		9.81
	施工生产生活区		5.2					5.2
	施工便道区	0.06				1.68		1.74
	供电线路区		0.29					0.29
小计			10.30			4.45		18.01
合计		5.50	161.2	0.72	11.80	7.58	1.88	188.68

#### 4.2.4 土石方量

本工程动用土石方总量 237.34 万  $\text{m}^3$ ，其中挖方 80.76 万  $\text{m}^3$ （含表土剥离 13.56 万  $\text{m}^3$ ），填方 156.58 万  $\text{m}^3$ （含表土回覆 13.56 万  $\text{m}^3$ ），利用方 73.16 万  $\text{m}^3$ ，借方 83.42 万  $\text{m}^3$ （来源于取（弃）土场），弃方 7.6 万  $\text{m}^3$ （去向为取（弃）土场）。

### 4.3 土壤流失量预测

#### 4.3.1 预测单元

水土流失预测单元应遵循以下原则：

- (1)同一预测单元的地形地貌、扰动地表的物质组成相同；
- (2)同一预测单元扰动地表的形成机理与形态相同；
- (3)同一预测单元土地利用现状基本一致；
- (4)同一预测单元主要土壤侵蚀因子应基本一致。

项目全部位于低山丘陵区，根据线型施工建设项目的特点，结合规范的相关规定，按各单元工程及占地利用情况，将行政区分为内蒙古自治区乌海市海南区和宁夏回族自治区石嘴山市惠农区，一级预测分区分为路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、附属设施区、取(弃)土场、施工生产生活区、施工便道区、供电线路区 8 个预测分区，二级

分区根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），结合工程实际情况，针对不同扰动单元、不同预测时段分别划分为植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表、上方无来水工程开挖面和上方无来水工程堆积体。

表 4.3.1-1 水土流失面积表

行政区	一级预测分区		二级预测分区		施工期预测面积（hm <sup>2</sup> ）	自然恢复期预测面积（hm <sup>2</sup> ）
			水蚀	风蚀		
内蒙古自治区 乌海市 海南区	路基工程区	路面	地表翻扰型	一般扰动地表	40.02	3.44
		坡脚至界桩空地				
		路基边坡	上方无来水工程堆积体	工程堆积体	20.86	12.82
		截（排）水沟	上方无来水工程开挖面	一般扰动地表	1.39	0
	桥梁工程区		地表翻扰型	一般扰动地表	5.6	0.2
	互通工程区		地表翻扰型	一般扰动地表	41.89	14.16
	附属设施区		地表翻扰型	一般扰动地表	8.02	3.38
	取（弃）土场		上方无来水工程开挖面	一般扰动地表	33.2	33.2
	施工生产生活区		地表翻扰型	一般扰动地表	8.23	8.23
	施工便道区		地表翻扰型	一般扰动地表	8.07	7.62
	供电线路区		地表翻扰型	一般扰动地表	3.39	3.39
宁夏回族自治区 石嘴山市 惠农区	路基工程区	路面	地表翻扰型	一般扰动地表	0.35	0.05
		坡脚至界桩空地				
		路基边坡	上方无来水工程堆积体	工程堆积体	0.48	0.16
		截（排）水沟	上方无来水工程开挖面	一般扰动地表	0.14	0
	桥梁工程区		地表翻扰型	一般扰动地表	9.81	5.6
	施工生产生活区		地表翻扰型	一般扰动地表	5.2	5.2
	施工便道区		地表翻扰型	一般扰动地表	1.74	0
	供电线路区		地表翻扰型	一般扰动地表	0.29	0.29
	合计				188.68	97.74

4.3.2 预测时段

本工程属于建设类项目，结合工程进行过程中水土流失发生和发展具体情况，将水土流失预测期分施工期(含施工准备期)和自然恢复期。

（1）施工期

各预测单元的预测时间根据各区的施工进度安排、雨季长度及各单元土石方工程持续时间，按最不利的情况确定：(1)按连续 12 个月为 1 年计；不足 12 个月，但达到一个雨季长度的，按 1 年计；(2)不足一个雨季长度的，按施工期占雨季长度比例计算。(3)风蚀预测考虑季节发生频率的差异性，主风季 3~5 月、10~12 月全跨越按 1 年计算，不足 1 个风蚀期长度的，按施工期占风蚀期长度比例计算。工程施工期为 2024 年 10 月至 2029 年 10 月，总工期 61 个月；各防治分区预测时段详见表 4.3.2-1。

根据施工组织方案，以预测时段均按实际扰动地表时间为原则，确定预测时段如下表 4.3.2-1。

（2）自然恢复期

工程完工后，施工活动全部停止，进入自然恢复期，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中规定，干旱区恢复时间取 5 年，因此本工程自然恢复期定为 5 年。

表 4.3.2-1 工程水土流失预测时段

预测单元	预测时段	施工期（年）		自然恢复期（年）	
		风蚀	水蚀	风蚀	水蚀
路基工程区	2024.10-2028.12	4.5	5	5	5
桥涵工程区	2024.10-2027.5	3	2.5	5	5
互通工程区	2026.4-2028.6	2	2.5	5	5
附属设施区	2027.3-2029.10	2.5	3	5	5
取（弃）土场	2024.10-2028.12	4.5	4	5	5
施工生产生活区	2024.10-2029.6	5	5	5	5
施工便道区	2024.10-2025.5, 2029.06-2029.10	1	1	5	5
供电线路区	2024.10、2027.3-2027.4、 2029.4-2029.6	1	1	5	5

### 4.3.3 土壤侵蚀模数

#### 4.3.3.1 原地貌土壤侵蚀模数确定

根据水利部行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），结合全国第二次水利普查内蒙古自治区与宁夏回族自治区情况公告和当地的地形地貌、土壤、植被等情况进行分析确定，项目区在乌海市海南区内原地貌水土流失强度值为：水蚀模数  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，风蚀模数  $3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区在石嘴山市惠农区内原地貌水土流失强度值为：水蚀模数  $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，风蚀模数  $300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

#### 4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数确定

本工程扰动后的土壤侵蚀模数采用数学模型法确定。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），扰动后各侵蚀单元的计算如下：

##### （1）水蚀土壤侵蚀模数

##### ①水力作用下地表翻扰型一般扰动地表土壤侵蚀模数

不超过 30cm 的挖填，原有植被覆盖明显减少或裸露，维持原有整体地形的扰动，属于地表翻扰型。本工程各分区除堆土区外的施工作业面皆按此类型进行预测。

水力作用下地表翻扰型一般扰动地表土壤侵蚀模数按下式计算：

$$M_{yd}=100RK L_{yd} S_y B E T$$

$$K_{yd}=NK$$

式中：

$M_{yd}$ —地表翻扰型一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ；



$R$ —降雨侵蚀力因子,  $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$ ;

$K$ —土壤可蚀性因子,  $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ ;

$N$ —地表翻扰后可蚀性因子增大系数。

$L_{yd}$ —地表翻扰后土壤可蚀性因子,  $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$

$S_y$ —一般扰动地表坡度因子, 无量纲;

$B$ —植被覆盖因子, 无量纲;

$E$ —工程措施因子, 无量纲;

$T$ —耕作措施因子, 无量纲。

## ②水力作用下上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数

边坡开挖区域不受上方来水冲刷侵蚀的开挖面, 施工期土壤侵蚀模数按照上方无来水工程开挖面土壤流失量公式计算。

水力作用下上方无来水工程开挖面土壤侵蚀模数按下式计算:

$$M_{kw}=100RG_{kw}L_{kw}S_{kw}$$

式中:

$M_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面测算单元土壤侵蚀模数,  $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ;

$R$ ——降雨侵蚀力因子,  $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$ , 按照《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)表 C.1 全国各县级行政单元多年平均逐月和年降雨侵蚀力因子及土壤可蚀性因子参考值选取;

$G_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面土质因子, 无量纲;

$L_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

$S_{kw}$ ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲。

该区域自然恢复期由于不再有工程开挖面, 土壤侵蚀量按自然恢复期一般扰动地表土壤侵蚀模数计算。

## ③水力作用下上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数

不受上方来水冲刷侵蚀的堆积体, 施工期土壤侵蚀模数按照上方无来水工程堆积体土壤流失量公式计算。

水力作用下上方无来水工程堆积体土壤侵蚀模数按下式计算:

$$M_{dw}=100XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}$$

式中:

$M_{dw}$ ——上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数,  $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ;

$X$ —工程堆积体形态因子, 无量纲;

$R$ —降雨侵蚀力因子,  $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$ ;

$G_{\text{dw}}$ —上方无来水工程堆积体土石质因子,  $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ ;

$L_{\text{dw}}$ —上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

$S_{\text{dw}}$ —上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲。

该区域自然恢复期由于不再有堆积体, 土壤侵蚀量按自然恢复期一般扰动地表土壤侵蚀模数计算。

## (2) 风蚀土壤侵蚀模数

①风力作用下一般扰动地表土壤侵蚀模数按下式计算:

$$M_{\text{f}}=100QIJG_{\text{f}}$$

式中:

$M_{\text{f}}$ —一般扰动地表测算单元土壤侵蚀模数,  $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ;

$Q$ —单位面积风蚀率,  $\text{t}/\text{km}^2$ ;

$I$ —粗糙干扰因子, 无量纲,  $I=e^{-0.045v}$ ;

$J$ —地表物质紧实程度系数, 无量纲;

$G_{\text{f}}$ —风蚀可蚀性因子, 无量纲。

②风力作用下工程堆积体土壤侵蚀模数按下式计算:

$$M_{\text{fd}}=100QIHPG_{\text{f}}$$

式中:

$M_{\text{fd}}$ —工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数,  $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ;

$Q$ —单位面积风蚀率,  $\text{t}/\text{km}^2$ ;

$I$ —粗糙干扰因子, 无量纲,  $I=e^{-0.045v}$ ;

$H$ —工程堆积体高度因子, 无量纲,  $H=0.381nh+2.75$ ;

$P$ —工程堆积体堆放方式因子, 无量纲;

$G_{\text{f}}$ —风蚀可蚀性因子, 无量纲。

### 4.3.3.3 土壤侵蚀模数确定

按照上述公式, 计算本工程各扰动单元土壤侵蚀模数, 详见表 4.3.3-1~表 4.3.3-8。

表 4.3.3-4 施工期风蚀一般扰动地表土壤侵蚀模数测算表

行政区	I 粗糙干扰因子	J 地表物质紧实程度系数	G 风蚀可蚀性因子	Q 单位面积风蚀率	A 面积 $\text{hm}^2$	土壤侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$
内蒙古自治区乌海市海南区	0.64	1.33	0.39	31305	149.81	10392
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	0.64	1.33	0.39	34011	17.53	11291

表 4.3.3-5 施工期风蚀工程堆积体土壤侵蚀模数测算表

行政区	H 堆积体高度因子	P 堆放方式因子	G 风蚀可蚀性因子	I 粗糙干扰因子	Q 单位面积风蚀率	A 面积 $\text{hm}^2$	土壤侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$
内蒙古自治区乌海市海南区	3.17	0.57	0.39	0.64	31305	20.86	14119
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	3.17	0.57	0.39	0.64	34011	0.48	15339

表 4.3.3-6 自然恢复期风蚀一般扰动地表土壤侵蚀模数测算表

行政区	自然恢复期	I 粗糙干扰因子	J 地表物质紧实程度系数	G 风蚀可蚀性因子	Q 单位面积风蚀率	A 面积 $\text{hm}^2$	土壤侵蚀模数 $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$
内蒙古自治区乌海市海南区	第一年	0.58	1.33	0.39	31305	73.62	9418
	第二年	0.44	1.33	0.39	31305	73.62	7145
	第三年	0.31	1.33	0.39	31305	73.62	5034
	第四年	0.2	1.33	0.39	31305	73.62	3248
	第五年	0.18	1.33	0.39	31305	73.62	2923
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	第一年	0.58	1.33	0.39	34011	11.14	10232
	第二年	0.44	1.33	0.39	34011	11.14	7762
	第三年	0.31	1.33	0.39	34011	11.14	5469
	第四年	0.2	1.33	0.39	34011	11.14	3528
	第五年	0.18	1.33	0.39	34011	11.14	3175

### 4.3.4 预测成果

在获得新增水土流失面积，水土流失强度预测值的基础上，分别求得扰动地貌土壤侵蚀量，得风蚀预测值和水蚀预测值，并求出工程建设中发生的土壤侵蚀总量，再与水土流失背景值相比，求得新增水土流失量。

预测土壤流失量的计算公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (M_{ji} \times F_{ji} \times T_{ji})$$

式中：

$W$ —土壤流失量，t；

$j$ —预测时段， $j=1, 2$ ，即指施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段；

$i$ —预测单元， $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$ ；

$F_{ji}$ —第  $j$  预测时段、第  $i$  预测单元的面积， $\text{km}^2$ ；

$M_{ji}$ —第  $j$  预测时段、第  $i$  预测单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ；

$T_{ji}$ —第  $j$  预测时段、第  $i$  预测单元的预测时段长，a。

经计算，工程预测期内可能造成水土流失总量可达 189275t，较原地貌水土流失量将增加 139692t。其中施工期可能造成水土流失总量为 130069t，新增水土流失量 100347t；自然恢复期可能造成水土流失总量为 59206t，新增水土流失量 39344t。

## 4.4 水土流失危害预测

按时段划分,施工期新增土壤流失量占总新增土壤流失量的 72.77%,自然恢复期新增土壤流失量占总新增土壤流失量的 27.23%。按布局划分,路基工程区占总新增土壤流失量的 44%,互通工程区占总新增土壤流失量的 15%,取(弃)土场占总新增土壤流失量的 17%。

### (1) 影响生态环境

由于生产建设活动的存在,施工扰动区如果不进行治理,这些区域地表植被破坏后可加剧建设区土地局部的退化和沙化,尤其是施工扰动区的地表保护层被破坏后将很难恢复,必须采取有效措施加以防护或恢复。

### (2) 加剧水土流失,降低土地生产力,影响农业生产

工程施工占用林地、草地和耕地等,如不采取有效的水土保持措施,将使生态环境最基本的水土资源受到影响,对农业及畜牧业生产造成损失,土地蓄水保水能力有所降低,泥沙沉积淤塞渠道等,草场破坏,会造成一定的经济损失。

由于工程建设中原地貌及植被受到一定程度的破坏,诱发了水土流失。同时工程施工使裸露的地面增加,扰动了原土层和岩层,为溅蚀、面蚀、细沟侵蚀、浅沟和切沟侵蚀创造了条件。

本工程占用了一定数量的林地和草地,施工中如得不到及时有效的防护治理,在降雨和人为因素的作用下,临时堆土会沿边坡汇入周围林地和草地中,加剧水土流失。

本工程占用了一定数量的耕地,施工中如得不到及时有效的防护治理,使耕地土壤的有机质流失,土壤结构遭到破坏,土壤中的氮磷、有机物及无机盐等营养物质含量减少,同时土壤中动物、微生物及它们的衍生物数量也大大降低,使土地条件改变,使土地生产力降低。

### (3) 对工程建设本身的影响

公路建设的基础开挖、削坡和路基填筑改变了原地形,形成的高陡边坡,破坏了原地表的稳定性,增加水土流失的潜在威胁,容易出现损坏路基边坡、切割路基,严重情况下可能诱发路基边坡滑坡、崩塌、泻溜现象,若不及时采取水土保持措施,对公路正常运营和行车安全构成严重威胁。

### (4) 加剧周边区域的风蚀强度

在原生状态下,由于有植被覆盖,原有的土体与植被形成相对稳定的结构,具有一定的抗风蚀能力。施工造成土体松散裸露,在大风的作用下,地表物质随风搬运,形成

挟沙风，使地表在受风的剪切力作用时，也使沙粒对地表造成直接撞击作用，增加了风蚀危害。

## 4.5 指导性意见

预测结果是在未采取有效防护措施时可能的流失结果。产生水土流失的因素较多，其中地面坡度、降雨强度是造成水土流失的主要因素，而采取综合性的水土保持防护措施将对水土流失有较强的抑制作用。工程沿线水土保持防护措施的布置应本着与施工进度同步为原则，尽最大可能恢复原地貌的植被。

### （1）防治重点区域的指导性意见

根据预测结果，路基工程区，互通工程区、取（弃）土场区是本项目防治和监测的重点区域。

### （2）防治重点时段的指导性意见

根据预测结果，本项目的重点防治时段为施工期，因此，在措施体系防治方面，重点加强施工期间的临时防护措施体系，同时，结合工程措施和植物措施，确保施工结束后自然恢复期内施工扰动地面的水土流失得到有效治理。

### （3）防治措施的指导性意见

本项目防治措施应注重施工期路基边坡防护、取（弃）土场区拦挡工程等，并与植物措施相结合，最大程度地避免水土流失的发生。

施工期间人员活动比较频繁，扰动比较集中，施工结束后对各施工区进行平整和原地貌恢复。施工期间主要的建设活动为土方开挖和回填，所采取的防治措施应结合主体工程，采取工程措施和临时措施相结合，植物措施宜结合季节适时及时开展。当主体工程建成投运时，工程措施和植物措施均应及时到位。

### （4）施工进度安排的指导性意见

根据预测结果，路基工程区，互通工程区、取（弃）土场区是线路中水土流失量较大的区域，加强主体工程施工进度的紧凑安排，避免大风和暴雨天气施工，根据线路施工特点，路基工程区和互通工程区施工前先进行边坡防护及截排水施工，取（弃）土场区在施工过程中注意拦挡措施，施工结束后及时进行土地整治和迹地恢复措施。

## 5 水土保持措施

### 5.1 防治区划分

本工程属于公路工程，根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB/T50434-2018）应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级分区，二级及以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区。

项目区经过区域地貌类型以低山丘陵为主，黄河河道及滩地仅为 3.481km，且以特大桥跨越黄河并至项目终点；根据本项目特点、项目建设运行过程对水土流失的影响、区域自然条件、各单项工程功能差异以及不同区域的水土流失特征、水土流失防治重点等因素，将本项目划分为路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、附属设施区、取（弃）土场区、施工生产生活区、施工便道区及供电线路区 8 个防治分区。

表 5-1 水土流失防治分区划分表

序号	防治分区	面积 (hm <sup>2</sup> )	水土流失特征
1	路基工程区	63.24	路基开挖、场平等施工活动破坏地表植被严重，风力、水力侵蚀均有发生，水土流失较严重，为重点治理区。
2	桥梁工程区	15.41	基础开挖及桥梁建筑活动破坏地表植被，水土流失集中
3	互通工程区	41.89	路基开挖、桥梁架设等施工活动破坏地表植被严重，风力、水力侵蚀均有发生为重点治理区。
4	附属设施区	8.02	建筑物基础开挖、回填，场地平整，破坏地表植被严重，风力、水力侵蚀均有发生，为重点治理区。
5	取（弃）土场区	33.2	土料开挖及土料运移等施工活动扰动地表严重，以风力侵蚀为主，水土流失相对较重，为重点治理区。
6	施工生产生活区	13.43	人工施工、机械碾压破坏地表植被严重，风力、水力侵蚀兼有发生。
7	施工便道区	9.81	物料运移频繁，风力侵蚀为主，水土流失较严重，为重点治理区。
8	供电线路区	3.68	点线结合，基坑开挖，线路架设，扰动地表植被，风力侵蚀为主。
合计		188.68	

### 5.2 措施总体布局

#### 5.2.1 水土流失防治措施体系

根据主体工程总体布局及水土流失防治分区划分情况，针对建设施工活动等引发水土流失的特点，结合主体工程中设计的具有水土保持功能工程，采取有效的工程、植物及临时防护措施，进行全面防护，形成了水土流失综合防治体系，达到良好的防治效果。本工程水土流失防治措施体系详见图 5.1。



图 5.1 防治措施体系框图（★表示方案新增措施）



### 5.2.2 防治措施总体布局

水土流失防治措施总体布局，遵循“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的方针，按照预防和治理相结合的原则，坚持局部与整体防治、单项防治措施与综合防治措施相协调、兼顾生态效益和经济效益，按分区进行防治措施总体布置，项目区防治措施总体布局图详见 5.2。

#### ①路基工程区

施工前，路基进行表土剥离，剥离表土就近堆放于互通工程区内空地，方案设计密目网苫盖临时防护；施工过程中，裸露路基边坡采取密目网临时防护，路基两侧布设拱形骨架护坡及空心六棱植草砖防护；路堤坡脚修筑排水沟，靠近耕的路堤坡脚修筑耕地挡水埝，路堤边坡坡面布设急流槽，将坡面汇水引至排水沟，并按时进行洒水降尘；施工结束后，空心六棱植草砖内空地、拱形骨架内空地、小于 3.0m 路基边坡及坡脚至界桩空地地表土回覆并土地整治；空心六棱植草砖内空地、拱形骨架内空地、小于 3.0m 路基边坡及坡脚至界桩空地种植灌草。详见路基工程区防治措施布局图 5.3。

#### ②桥梁工程区

施工前，桥梁施工区占用耕地的区域实施耕作层剥离，剥离表土临时堆放在桥下空地及两侧施工区内；施工过程中，桥下空地修筑泥浆沉淀池，泥浆固化处理后，清运至取（弃）土场；桥梁基础开挖回填土进行临时拦挡及苫盖防护；施工结束后，泥浆沉淀池进行回填，黄河特大桥河道管理范围以外的引桥桥下空地占用耕地的区域实施复耕，其它空地进行土地整治并种植灌草。

#### ③互通工程区

施工前，互通匝道路基占压耕地及草地的区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于互通内空地区，方案设计周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，路基两侧布设空心植草砖及拱形骨架护坡；路堤坡脚修筑排水沟，互通内空地下游坡脚处修筑集雨蓄水池；路堤边坡坡面布设急流槽，将坡面汇水引至排水沟，并按时洒水降尘；施工结束后，空心植草砖内空地、拱形骨架内空地、路基边坡表土回覆；互通内空地区实施土地整治；空心植草砖内空地、拱形骨架内空地及小于 3.0m 匝道路基边坡种植灌草，互通内空地绿化。详见互通工程区防治措施布局图 5.4。

#### ④附属设施区

施工前，附属设施区实施表土剥离，剥离表土临时堆放于附属设施区内空地，方案设计周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，附属设施区内建筑物基础回填土

采取周边装土袋拦挡及密目网苫盖防护，区内按时洒水降尘，服务区挖方边坡坡顶及坡脚修筑截排水沟，服务区下游坡脚处修筑集雨蓄水池；施工结束后，区内空地及围墙外边坡进行土地整治，区内空地绿化，围墙外边坡采取空心植草砖防护并种植灌草。详见附属设施区防治措施布局图 5.5。

#### ⑤取（弃）土场区

施工前，1 号取（弃）土场开挖区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于周边空地并采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，临时弃土（渣）堆放区采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护，临时弃土及剥离表土分区块实施回填，并按时洒水降尘；施工结束后，取（弃）土场平台修筑土埂网格，取（弃）土场临时占地区实施表土回覆后土地整治，并种植灌草。

#### ⑥施工生产生活区

施工前，施工生产生活区进行表土剥离，剥离表土临时堆放于生产区空地并采用装土袋拦挡及密目网苫盖防护；施工过程中，裸露空地实施苫盖防护，生产区内修筑临时排水沟及沉沙池，并按时洒水降尘；施工结束后，扰动区进行表土回覆后土地整治，并种植灌草。详见施工生产生活区防治措施布局图 5.6。

#### ⑦施工便道区

施工前，路基施工便道占压耕地的区域进行表土剥离，剥离表土临时堆放于便道靠近路基侧，方案设计密目网苫盖防护；施工过程中，修筑临时排水沟，并按时洒水降尘；施工结束后，临时占地为耕地的实施复耕，其它空地实施土地整治并种植灌草。详见施工便道区防治措施布局图 5.7。

#### ⑧供电线路区

施工结束后，供电线路临时占地区实施土地整治并种植灌草。

### 5.3 分区措施布设

#### 5.3.1 防治措施设计标准

##### （1）工程措施及临时措施设计标准

本方案工程措施包括主体工程已有和方案新增措施。主体设计已有的措施有：主体工程表土保护措施、边坡防护工程、截排水工程；依据《公路工程设计规范》（JTG BO1-2014）和《公路排水设计规范》（JTG/TD33-2012）按 15 年一遇洪水频率进行计算。依照《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）、《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012），并结合项目水土保持评价，本项目线路所经区域海南区属黄河自治区级水土流失重点治理区，惠农区属自治区级水土流失一般预防区，临时排水工程等级和

防洪标准提高 1 级，由 3 年一遇提高至 5 年一遇短历时设计暴雨。

## (2) 植物措施设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）中相关规定，并结合项目所在地区气候及自然条件综合确定，主体工程设计服务区及收费站管理所绿化标准按 1 级标准执行，路基两侧无绿化带，互通内空地绿化执行 2 级标准；项目区多年平均降水量为 150mm~155mm，属于低于 250mm 以下的区域，路基边坡及坡脚至界桩空地植被恢复及建设标准按 3 级标准执行。取（弃）土场、施工生产生活区、施工便道及供电线路等临时占地区域植被恢复及建设标准为 3 级。根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）规定，对无法避让水土流失重点治理区的生产建设项目，提高植物措施标准。经分析，原植被恢复与建设工程级别为 1 级标准的不再提高；路基边坡及坡脚至界桩空地、施工生产生活区、施工便道区等临时占地仍执行 3 级标准，但植物措施配置为灌草结合。

### 5.3.2 路基工程区

#### (1) 工程措施：

##### ①表土剥离

根据表土分布范围的调查情况，路基施工前应进行表土剥离，表土剥离厚度为 20~30cm，剥离面积 32.83hm<sup>2</sup>，剥离量为 6.71 万 m<sup>3</sup>。表土临时堆放在巴音陶亥北互通内空地。表土剥离工程量表见 5-2。

表 5-2 路基表土剥离工程量表

防治区域	剥离范围	措施名称	措施量		工程量（万 m <sup>3</sup> ）
			剥离面积（hm <sup>2</sup> ）	剥离厚度（cm）	
路基工程区	K11+700~K14+600	表土剥离	31.86	20~30	6.42
	K18+540~K18+760		0.97		0.29
	小计		32.83		6.71

##### ②表土回覆

施工结束后，对路基工程区六棱砖种草区域，拱形骨架内空地、路基两侧边坡及坡脚空地实施表土回覆，覆土厚度 15~20cm，覆土面积为 16.47hm<sup>2</sup>，总覆土量为 2.76 万 m<sup>3</sup>。覆土来源于路基剥离表土。

表 5-3 路基表土回覆工程量表

防治分区	措施名称	措施位置	覆土面积 (hm <sup>2</sup> )	覆土厚度 (cm)	覆土量 (万 m <sup>3</sup> )
路基工程区	表土回覆	拱形骨架内空地	7.56	15	1.13
		六棱植草砖空心区域	0.44	15	0.07
		小于 3.0m 路基边坡	4.98	20	1.02
		坡脚至界桩空地	3.49	15	0.54
合计			16.47		2.76

### ③土地整治

主体设计在施工结束后对小于 3.0m 路基边坡、拱形骨架内空地、六棱植草砖空心区域、坡脚至界桩空地进行平整、翻松土壤等整治活动，以恢复地力。经统计，需土地整治 16.47hm<sup>2</sup>。

### ④路基边坡拱形骨架防护

根据主体工程路基防护设计，本工程路基边坡高度  $H>3.0\text{m}$  路段采取拱形骨架防护措施；拱形骨架护坡措施左侧长度为 7855m，右侧为 6632m，拱形骨架防护总面积为 12.29hm<sup>2</sup>。砼砌块拱形骨架护坡宽度为 2.0m，骨架间距为 0.7m，砼砌块间隔为 2.0m。拱形骨架护坡布置位置及具体工程量见表 5-4。设计图详见第二章路基边坡防护图 2.5。

### ⑤六棱空心砖护坡

根据主体工程路基防护设计，本工程路基边坡高度  $H>3.0\text{m}$  路段无水冲刷桥头路堤边坡 10~50m 范围采取六棱空心砖防护措施；六棱空心砖护坡左侧长度为 440m，右侧为 440m；六棱空心砖护坡 1.10hm<sup>2</sup>。正六边植草砖外边长 20cm，内边长为 14.2cm，厚度为 15cm，内径为 40cm。正六边形预制块防护布置位置及具体工程量见表 5-5。设计图详见第二章路基边坡防护图 2.6。

### ⑥路基排水沟

根据主体工程路基排水工程设计，路堤坡脚排水沟适用于填方路段引排边沟水流至线外或引排路基外侧来水，排水沟采用砼矩形断面，侧壁、底板均为 0.2m 厚，并根据排水量需求采取净深、净宽不同的截面设计；排水沟底宽 0.6-0.8m，深 0.6-0.8m；路堑边坡坡脚设置边沟，边沟分为矩形边沟及浅碟形边沟；挖方路段长度小于 350m，汇水量相对较小的挖方路段采用浅碟形边沟，沟宽 1.2m，沟深 0.3m；沟身采用 C30 现浇砼；挖方路段长大于 350m 且汇水量较大挖方路段采用矩形盖板边沟，边沟底宽 0.6m，深度根据边沟长度、汇水面积采用 0.4m、0.6m、0.8m 的变截面设计，沟身采用 C30 现浇砼，盖板为 C30 钢筋砼预制板。主体工程设计重现期为 15 年一遇最大 24h 洪水标准。路基两侧或单侧布设排水沟，路基左侧排水沟长度为 3494m，右侧布置排水沟长度为 8524m，排水沟总长度为 12018m。设计图详见第二章主体工程路基排水沟设计图 2.8-2.10。路基排水工程布设位置及工程量见表 5-6。

### ⑦路基截水沟

山坡截水沟一般设置于路堑坡顶以外 5.0m，截水沟结合实际地形、地质条件大致沿等高线布置，将拦截的水流通过急流槽顺接排入桥涵进口或自然沟渠中。截水沟为底宽

0.6m，深 0.4m 直角梯形断面，边坡比为 1:1，路基截水沟总长为 1400m。设计图详见第二章主体工程路基排水沟设计图 2.11。路基排水工程布设位置及工程量见表 5-7。

#### ⑧耕地挡水埝

路基经过耕地路段，为防止路面雨水冲刷农田，路堤坡脚外侧设置土质挡水埝，拦截路基及路面雨水。挡水埝断采用土质梯形断面，底宽 1.2m，高 0.5m，边坡比为 1:1，左右两侧耕地挡水埝总长度为 1016m。设计图详见第二章主体工程路基排水沟设计图 2.12。路基排水工程布设位置及工程量见表 5-8。

#### ⑨边坡急流槽

根据主体工程两阶段施工图设计，当路堤填高小于 3m 时，路面水采用散排；当路堤填高大于 3m 时，设置边坡急流槽，急流槽采用 C30 钢筋砼结构，急流槽槽身断面为矩形，宽为 40cm，深为 30cm；设置间距为 15~25m 一道。急流槽末端带有消能设施及溢水口，消力坎高为 15cm，长 40cm，顶宽 5cm；急流槽总计为 607 道。设计图详见第二章主体工程急流槽设计图 2.13。急流槽设施工程量详见表 5-9。

## 6 水土保持监测

### 6.1 监测范围和时段

#### 6.1.1 监测范围

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）以及《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）以及《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号），水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，本工程水土流失防治责任范围为 188.68hm<sup>2</sup>。根据工程建设的实际情况，本项工程水土保持监测范围与水土流失防治分区一致为路基工程区、桥梁工程区、互通工程区、附属设施区、取（弃）土场区、施工生产生活区、施工便道区和供电线路区 8 个分区。

#### 6.1.2 监测时段

本工程水土保持监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束。并在施工准备期前进行本底值监测。监测时段为 2024 年 10 月至 2030 年 10 月，监测共计 73 个月。

### 6.2 监测内容与方法

#### 6.2.1 监测内容

根据《水利部办公厅关于印发<生产建设项目水土保持监测规程（试行）>的通知》（办水保〔2015〕139号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《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），结合工程实际，确定工程水土保持监测内容，监测内容主要包括水土流失影响因素、工程施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。

##### （1）水土保持监测的主要内容

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。

①水土流失影响因素监测主要包括项目区地形地貌、气象水文、植被、地表组成物质等自然影响因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；

②水土流失状况监测应包括水土流失的类型、形式、面积、分布及强度；各监测分区及其重点对象的土壤流失量；

③水土流失危害监测主要包括水土流失对主体工程造成危害的方式、数量、程度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；

④水土保持措施监测主要监测包括工程措施类型、数量、分布、和完好程度；植物措施种类与面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率等；临时措施的类型、数量和分布；主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

**表 6-1 水土保持监测内容**

监测时段	监测项目	监测要素	监测内容	监测方法
施工期至设计水平年	水土流失状况监测	防治责任范围变化	项目建设区面积变化	遥感监测
		扰动地表变化情况	扰动地表总面积、损坏水土保持设施数量及面积的变化	
		水土保持措施实施情况	水土保持措施的实施数量及实施进度	遥感+调查监测
		水土流失防治效果变化	水土保持措施实施后的防治效果	
	水土流失状况监测	水土流失灾害隐患	水土流失灾害隐患、发生条件及发生后的影响	调查监测
		主体工程的进度情况	主体工程的施工进度	实际测量
		建设土石方量	土石方开挖量、利用量、借方量、弃方量	
		工程弃土变化情况	弃土面积、地点、占地类型、弃土量的变化	实际测量
		水土流失量变化	水土流失地段、水土流失面积、土壤侵蚀模数、流失量的动态变化	定点监测
	水土流失危害监测	对主体工程的影响	对主体工程安全、稳定、运营产生的负面影响	调查监测
		对居民的影响	对附近居民生活、生产带来的负面影响	
		对水域的影响	对沿线河流的淤积情况	
		对周边生态系统的影响	对周边生态系统结构和功能的破坏	
	水土保持设施实施情况监测	临时防护工程	临时拦挡、覆盖措施实施数量	调查监测
		工程措施	排水工程、护坡工程及覆土工程实施数量	
		植物措施	植物措施类型、造林种草面积	
	水土保持设施实施效益监测	扰动土地治理情况	扰动土地整理率	计算法
		水土流失治理情况	水土流失总治理度	
		水土流失控制情况	控制率	
		拦渣效果	临时堆土（料）拦渣率	
		植物措施实施效果	林草覆盖率、林草植被恢复系数	样方法

## (2) 水土保持监测的重点

水土保持监测的重点包括：

①水土保持方案报告书的落实情况，施工场地使用情况及安全要求落实情况，未开工地区的扰动土地及植被占压情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施情况，水土保持责任制度落实情况等。

②各防治分区监测重点应放在施工期水土保持临时措施的防护及水土流失量的监测。以上监测内容在不同的监测时段各有侧重，详见表 6-1。

### 6.2.2 监测方法

监测方法主要采用调查监测、定点观测和遥感监测的方法，同时结合巡查及调查法，扩大监测覆盖面，作为上述监测点的补充。

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的监测内容和重点的要求，其监测方法以实地量测、调查为主，结合项目和项目区情况布设监测小区、测钎监测点等方法开展水土流失量的监测；同时，结合卫星遥感和航空遥感手段调查扰动地表面积和水土保持实施情况。

### （1）调查监测

①实地调查法：通过查阅主体工程设计资料，收集气象、水文、土壤、土地利用等资料，结合实地调查分析给各指标赋值；对水土流失危害监测涉及的指标主要通过对项目区重点地段进行典型调查和对周边居民进行访谈调查，获取监测数据。

②实地量测：对防治责任范围、扰动地表面积、损坏水土保持设施面积采用 GPS 卫星定位系统的 RTK 技术、无人机航拍以及遥感监测，沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定；

③样方调查：对植被状况的监测采用样方法或标准行法，样方投影面积为：乔灌木林标准行测定法，人工种草 2m×2m，每一样方重复 5 次，查看林草生长情况、成活率、保存率。

④巡查和观察：对水土保持设施实施情况采用不定期巡查和观察法监测，并结合施工和监理资料，最终确定实施数量。

### （2）定点监测：对水土流失强度采用定点观测的方法。

①风蚀监测（包括土壤含水量及土壤容重）：对风蚀强度采用测钎法测定，同时测定土壤含水量、土壤容重及林草植被覆盖度等。

在选定的每个监测点，沿主风方向每隔 2m 布置 1 个，每组布置 5 个测钎，共布设 5 组 15 个。（测钎品字形布设，如图 6-1），每月量取测钎离地面的高度变化，并计算风蚀模数。风蚀观测场设置风速风向自记仪，记录每天的地面风速、大风出现的时间、频次，整理统计监测年内各级起沙风的历时，同时收集气象站的平均起沙风速、大风日数、频次等。土壤含水量采用烘干称重法，土壤容重采用环刀法，与风蚀量观测同步进行。按以下公式计算风蚀模数。

$$M_s = 1000 D_s r$$

其中： $M_s$ -风蚀模数， $t/km^2 \cdot a$ ；

$D_s$ -年平均侵蚀厚度， $mm/a$ ；

$r$ -土壤容重， $g/cm^3$



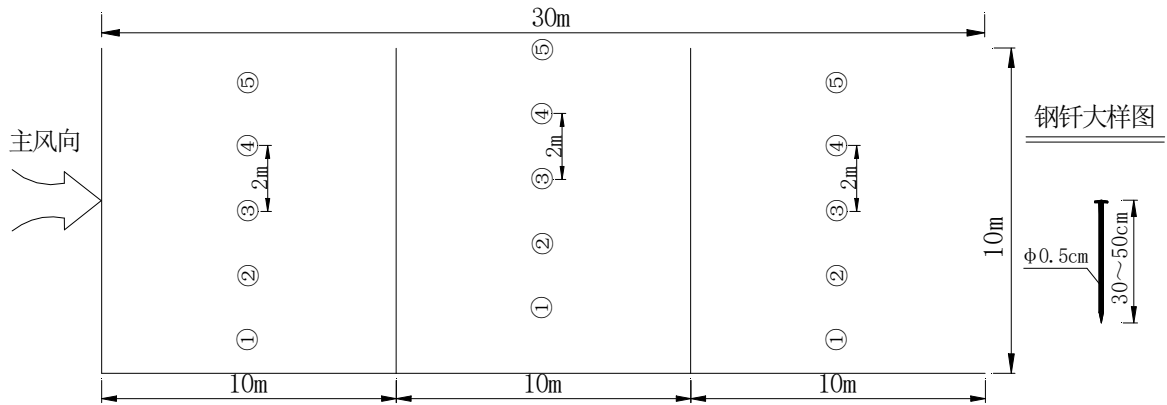


图 6-1 风蚀监测布点示意图

②水蚀监测：本项目水蚀多发生在路堤和路堑边坡以及路基施工区和施工便道；取（弃）土场、弃土场的边坡区，采用侵蚀沟法和简易坡面量测法进行监测；具体方法如下：

a、侵蚀沟：对选定的堆土区边坡，首先量测坡度、坡长、组成物质、容重等，每次降雨或多次降雨后量测侵蚀沟的体积。具体是在监测地段对一定面积内（实测样方面积根据具体情况确定，一般  $20\sim 50\text{m}^2$  的坡面）的侵蚀沟按浅沟、细沟分二类统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，最终推算其流失量。

b、简易径流小区法（沉沙池法）：根据工程特点在汛期选择侵蚀特征明显、地表环境相对稳定的临时堆土场坡面结合排水布设沉沙池，利用隔水材料围成矩形小区，在较低处的一端建设安装收集槽和量测设备，以确定每次降雨的径流量和土壤侵蚀量。

### （3）无人机监测

根据本工程的具体情况，对于扰动地表面积、损坏水土保持设施面积、水土流失面积等主要采取无人机监测方法进行。

对于植物措施面积、工程措施防护面积等主要采取无人机航拍的监测方法进行。主要采用无人机照片，结合采用谷歌影像资料进行量测。

### （4）监测频次

#### ①调查监测

调查监测内容、方法及频次，详见表 6-2。

②定位监测频次：水土流失动态（包括影响因子）监测根据监测期内气象、气候条件合理确定，具体要满足以下要求：

风蚀监测：风蚀监测安排全年进行，插钎法（风蚀强度监测）每半月观测记录一次插钎高度变化情况。遇到大风天气（风力 $\geq 17\text{m/s}$ ）后加测 1 次。

水蚀监测：水蚀监测安排在每年 6~9 月进行，在每次降雨结束后进行，每逢暴雨（ $\geq 5\text{mm}/10\text{min}$ 、 $\geq 10\text{mm}/30\text{min}$ 、 $\geq 25\text{mm}/24\text{h}$ ）时加测。其它月份发生降水，至少每 1 个月监测 1 次。

6.3 点位布设

6.3.1 监测点场地选择原则

- （1）监测点应具有代表性，原地貌和扰动地貌应具有一定的可比性；
- （2）监测场地应适当集中，不同监测项目应尽量结合；
- （3）尽量避免人为活动的干扰；
- （4）交通方便，便于监测管理。

6.3.2 监测点布设

针对各防治分区的水土流失特点，方案共设 11 个监测点位：路基工程区 2 个、取（弃）土场区 2 个、互通工程区 2 个、附属设施区 1 个、桥梁工程区 1 个，施工生产生活区 1 个、施工便道区 1 个，供电线路区 1 个。

水土保持监测主要以路基工程区、互通工程区和取（弃）土场区为重点，本工程布置工程措施监测点位、植物监测点位及土壤流失量监测点位区 11 处，其中风蚀监测点位 3 处，水蚀监测点位 2 处，工程措施监测点 2 处，植物措施监测点 4 处。详见表 6-2。

表 6-2 定点监测时段、内容、方法及频次表

监测时段	监测区域	监测点位	监测内容	监测方法	监测频次
施工前	原地貌		风蚀、水蚀强度	风蚀采用测钎法，水蚀采用沟槽法	对本底值进行一次全面监测
施工期	路基工程区	表土堆放场（1#）、路基边坡（2#）	风蚀土壤流失量监测，工程措施效果监测	风蚀采用测钎法，工程措施效果采用现场抽查法	驻点监测 ①风蚀监测主要安排在 3~5 月、10~11 月，每半月监测 1 次，风季进行驻守监测；②水蚀监测主要安排在 6~9 月份，雨季进行驻守监测，发生降雨后即时监测。③工程措施效果每月监测 1 次，植物措施效果每季监测 1 次。
	取（弃）土场	边坡及平台（3#，4#）	植物措施效果、风蚀量变化情况	植物措施采用样方法，风蚀采用测钎法	
	互通工程区	空地（5#，6#）	工程措施效果、风蚀量变化情况	工程措施效果采用现场抽查法，风蚀采用测钎法	
	附属设施区（7#）		植物措施效果监测	植物措施采用样方法，	
	桥梁工程区（8#）		水蚀量变化情况	水蚀采用沉沙池法，	
	施工生产生活区（9#）		水蚀量变化情况	水蚀采用沉沙池法，	
	施工便道（10#）		植物措施效果监测	植物措施采用样方法，	
	供电线路区（11#）		植物措施效果监测	植物措施采用样方法	

6.4 实施条件和成果

6.4.1 实施条件

- （1）监测设施及设备

依据本方案监测设计的监测内容及监测方法的要求，结合现场监测点布设情况，配备水土保持监测所需的设施、设备仪器。

**表 6-3 监测仪器及土建数量表**

设施与设备名称	单位	数量
气象监测站	座	1
遥感影像资料（分辨率 2m）	套	6
简易水蚀小区	个	2
风蚀小区	个	2

（2）监测工作安排及人员配备按照《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（水利部〔2015〕139 号）的要求，监测单位在现场设立项目监测部，监测项目部设总监测工程师、监测工程师、监测员等岗位。监测人员不少于 3 人。

按上述监测内容和监测方法的要求，水土保持监测所需人员安排见表 6-4。

**表 6-4 监测人员及工作量表**

监测内容		单位	数量	合计
外业工作	①监测查勘、调查②自然状况和社会经济调查 ③水土流失及水土保持现状调查	人	2	3
内业工作	①水土保持监测方案研究②资料分析及整理 ③监测报告编制④图件绘制		1	

## 6.4.2 监测成果

### （1）监测成果及报送

按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)《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）等相关规定，监测成果要求如下：

①建设单位应在主体工程开工 1 个月内向有关水行政主管部门报送水土保持监测实施方案；

②工程建设期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告》；

③应每年 1 月底前报送上一年度监测报告，监测年度报告宜与第四季度报告结合上报；

④因降雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 1 周内报告有关情况；

⑤水土保持监测任务完成后，应在水土保持设施验收前编制《生产建设项目水土保持监测总结报告》；

⑥上述报告由建设单位按要求向项目所属的流域管理机构报送，同时抄送沿线水行政主管部门；

⑦报送的报告要加盖生产建设单位公章,并由水土保持监测项目的负责人签字《生产建设项目水土保持监测实施方案》、《生产建设项目水土保持监测总结报告》还需加盖监测单位公章。

## （2）监测报告编制要求

### ①水土保持监测实施方案

监测单位进场后先编制监测实施方案。监测实施方案主要反映项目及项目区概况、水土保持监测布局、监测内容和方法、预期成果及形式、监测工作组织等。

### ②监测季度报告

监测季度报告，其内容以监测季度为阶段，需反映监测季度内水土保持工作情况，水土流失防治措施实施及其运行情况、防护工程稳定性、植物措施成活率、保存率及生长情况等内容，特别是因工程建设造成的水土流失和存在的问题及建议。

### ③水土保持监测意见书

监测意见以监测意见书的形式出具，应反映项目名称、建设地点、监测单位、监测人员、监测过程中的意见和照片，监测照片需反映现场情况及存在问题等，标明监测位置、分区、现场情况及建议。

### ④监测总结报告

水土保持监测总结报告由承担水土保持监测工作的监测单位完成。水土保持监测总结报告客观反映工程水土保持工作情况，建设过程中的水土流失状况、水土流失危害、水土流失防治措施实施及其效果等。其内容应包括综合说明、监测依据、建设项目及项目区概况、水土保持监测布局、监测内容和方法、监测结果与分析、结论与建议等。

在监测季报和总结报告中应明确“绿黄红”三色评价结论。生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是主管部门实施监管的重要依据。

## 7 水土保持投资估算及效益分析

### 7.1 投资估算

#### 7.1.1 编制原则及依据

##### (1) 编制原则

- ①本工程水土保持投资估算作为主体工程投资估算的组成部分，列入主体投资中；
- ②水土保持投资估算的编制原则、编制依据、人工单价、价格水平年、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率等与主体工程一致，主体未明确的，应采用水土保持或相关行业的定额标准；
- ③主体工程设计中具有水土保持功能的措施投资按施工图设计投资计列，与主体工程一致；
- ④主体工程已于 2023 年 10 月完成施工图设计，主要材料价格及工程措施单价与主体工程保持一致。
- ⑤工程投资估算价格水平年与主体工程一致，为 2023 年第 3 季度。新增措施苗木价格依据当地市场价格水平确定。

##### (2) 编制依据

- ①《G1816 荣乌高速公路乌海至玛沁联络线乌海巴音陶亥至石嘴山惠农段工程施工图设计》，2023 年 10 月。
- ②交通运输部 2018 年 86 号文发布的《公路工程项目概算预算编制办法》（JTG 3830-2018）和《公路工程项目投资估算编制办法》（JTG3820-2018）。
- ③交通运输部 2018 年 86 号文发布的《公路工程概算定额》（JTG/T 3831-2018）、《公路工程预算定额》（JTG/T3832-2018）和《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）。
- ④《内蒙古自治区交通运输厅关于执行交通运输部 2018 年第 86 号公告的通知》的补充规定（内交发〔2019〕338 号）。
- ⑤水利部〔2003〕67 号《生产建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》和《水土保持工程概算定额》。
- ⑥《内蒙古自治区水土保持补偿费征收使用实施办法》（内财非税规[2015]18 号）。
- ⑦《内蒙古自治区发展和改革委员会财政厅水利厅关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》（内发改费字[2019]397 号）。

⑧《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）。

⑨水利部办公厅关于《调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）。

## 7.1.2 编制方法

### （1）基础单价

#### ①人工预算单价：

人工预算单价与主体土建工程一致，确定人工预算单价为 104 元/工日，人工工时预算单价为 13 元/工时。

#### ②材料预算价格：

主要材料预算价格与主体工程一致，由材料原价、运杂费、场外运输损耗采购及保管费组成。汽油 9.69 元/kg、柴油 8.2 元/kg。林草材料价格依据当地现行市场信息价各水平确定。

③苗木草种预算价格：苗木、草种的预算价格按当地现行市场价格计算，采购及保管费率按运到工地价的 1.1% 计算。

④施工用电、水预算价格与主体工程一致，用电价格为 0.67 元/kwh；施工及绿化用水价格为 11.47 元/m<sup>3</sup>。

⑤施工机械台班（时）费：按交通运输部[2018]86 号《公路工程机械台班费用定额》（JTG/T 3833-2018）编制；不足部分采用水利部水总[2003]67 号《水土保持工程概算定额》附录一中的《施工机械台时费用定额》做补充。

### （2）工程单价

①工程措施和植物措施单价：工程措施和植物措施费按“价税分离”的计价规则计算，由直接费、措施费、企业管理费、规费、利润、税金组成，其中：直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费三项之和，各费用项目均以不包含增值税可抵扣进项税额的价格计算，本方案设计深度为可行性研究，故有 10% 的扩大系数。

②工程单价取费费率按交通运输部 2018 年 86 号公告发布的《公路工程建设项目概算预算编制办法》取费，并结合本工程实际情况和特点进行编制。

③措施费：采用综合费率计算，计算基础为人工费与施工机械使用费之和，费率为 2.41%。

④企业管理费：采用综合费率计算，计算基础为直接费，费率为 3.59%。

⑤规费：以人工费为计算基础，费率为 41.7%。

⑥利润：计算基础为直接费、措施费、企业管理费之和，费率为 7.42%。

⑦税金：是指增值税销项税额，根据交通运输部第 26 号文，增值税税率调整为 9.0%。

计算基础为直接费、措施费、企业管理费、规费与利润之和。

**表 7.1-1 各项费用费率取值表**

名称	计算基础	工程、植物措施	
		土方	绿化
直接费	人工费+材料费+施工机械使用费		
措施费	人工费+施工机械使用费	2.41	2.41
企业管理费	直接费	3.59	3.59
规费	人工费	41.7	41.7
利润	直接费+措施费+企业管理费	7.42	7.42
税金	直接费+措施费+企业管理费+规费+利润	9.0	9.0
扩大系数	直接费+措施费+企业管理费+规费+利润+税金	10	10

### (3) 估算编制

#### ①工程措施费

工程措施费按设计工程量乘以工程单价进行计算。

#### ②植物措施费

植物措施费由苗木、草、种子等材料费和种植费组成。植物措施材料费由苗木、草、种子的预算价格乘以实物量进行计算。种植费按树、草种设计实物量乘以相应种植工程单价进行计算。补植补种费按种植费和苗木种子费的 20%计算。

#### ③施工临时工程费

施工临时工程费由临时防护工程费和其它临时工程费组成，临时防护工程费按方案设计的工程量乘以工程单价计算，其它临时工程费按第一部分工程措施和第二部分植物措施投资之和的 2%计取。

#### ④独立费用计算编制

独立费用包括建设管理费、科研勘测设计费、水土保持监理费、水土保持监测费、水土保持设施验收费。各项费用按照国家和水土保持相关规定计列。

建设管理费：按方案第一至第三部分投资之和的 2%计算；

水土保持监理费：由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务，项目水土保持监理时间从建设单位委托水土保持监理开展之日起至项目完工，按实际工作量法计算核定，总监理工程师 1 人、监理工程师 1 人，施工期为 61 个月。监理总费用为 62.50 万元（内蒙古自治区 57.00 万元，宁夏回族自治区 5.50 万元）

科研勘测设计费：包括勘测设计费、水土保持方案编制费、初步设计费。按照《关于落实<国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知>（发改价格〔2015〕299号），结合本项目实际，科研勘测设计费按合同计列，为60万元（内蒙古自治区54万元，宁夏回族自治区6万元）。

水土保持监测费：水土保持监测费包括监测人工费、监测设备使用费等，监测期限为73个月，监测人员3人，水土保持监测费为67.50万元（内蒙古自治区61.50万元，宁夏回族自治区6.00万元）。

水土保持设施验收费：按《水利部关于加强事中事后监督规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）相关要求，项目完工后需建设单位组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，验收费用约30.00万元（其中内蒙古自治区25.50万元，宁夏回族自治区4.50万元）。

#### （4）预备费

与主体工程投资估算取费标准相一致，基本预备费按第一至第四部分之和的6%计算。因物价指数为零，不计算价差预备费。

#### （5）水土保持补偿费

内蒙古自治区段：根据《内蒙古自治区水土保持补偿费征收使用实施办法》（内财非税规〔2015〕18号）和《关于降低水土保持补偿费收费标准的通知》（内发改费字〔2019〕397号）的规定，水土保持补偿费按照征占用土地面积计征，工程建设征占用土地面积170.67hm<sup>2</sup>，收费标准为17000元/hm<sup>2</sup>。经计算，需要缴纳水土保持补偿费为290.14万元。

宁夏回族自治区段：根据自治区物价局、财政厅、水利厅关于制定我区《水土保持补偿费收费标准的通知》宁价商发〔2017〕43号，水土保持补偿费按照征占用土地面积计征，工程建设征占用土地面积18.01hm<sup>2</sup>，收费标准为10000元/hm<sup>2</sup>。经计算，需要缴纳水土保持补偿费为18.01万元。

表 7.1-2

水土保持补偿费计算表

建设区	征占地面积(hm <sup>2</sup> )	补偿费征收标准(元/hm <sup>2</sup> )	应缴纳补偿费(元)	应缴纳补偿费(万元)
内蒙古自治区乌海市海南区	170.67	17000	2901390	290.14
宁夏回族自治区石嘴山市惠农区	18.01	10000	180100	18.01
合计	188.68		3081490	308.15

### 7.1.3 水土保持估算成果

水土保持估算总投资6527.68万元，其中工程措施投资3640.13万元，植物措施投资



## 7.2 效益分析

### （1）水土流失治理度

随着本方案中水土保持措施的实施，造成的水土流失面积得到相应治理，因项目建设带来的水土流失将会得到有效控制；随着水土保持综合效益的逐渐发挥，至设计水平年，水土流失治理度达到 94%，达到方案设定的防治目标。

### （2）土壤流失控制比

采取水土保持措施后，裸露面得到治理，增加土壤入渗，减少地表径流，减轻土壤侵蚀，可减少土壤流失量 177400t，使项目区土壤侵蚀模数下降到容许值以下，土壤流失控制比达到 0.80 的防治目标。

### （3）渣土防护率

本工程表土及临时弃土采取了临时拦挡及苫盖措施，工程所需回填土方，除利用自身开挖土方外，其余来源于取（弃）土场，工程弃土弃入取（弃）土场。施工期将表土临时堆放于临时堆土场，后期用于复耕及表土回覆。方案采取了有效的拦挡措施，措施实施后渣土防护率可达到 93%的防治目标。

### （4）表土保护率

工程在施工前对占用的耕地、林地、草地进行表土剥离，表土剥离后堆置于临时堆土场，坡脚采用装土编织袋进行防护，表面采用临时苫盖防护，后期用于本工程绿化覆土。项目区的表土资源得到了良好的防护和有效的利用，表土保护率可达到 90%的防治目标。

### （5）林草植被恢复率

通过主体工程和水土保持方案实施植物措施，至设计水平年，林草植被恢复率可达到 95%的防治目标。

### （6）林草覆盖率

在工程可绿化区域采取灌草绿化措施，方案考虑了临时占地的绿化恢复措施，至设计水平年，可以满足方案确定 22%目标值。

通过本方案的实施，使项目建设区的水土流失得到有效治理，损坏的水土保持设施得到恢复和改善，原有的土壤侵蚀也得到一定程度的控制。到方案设计水平年，项目区 6 项防治指标值均达到方案确定的目标值，实现了预期的防治效果。水土流失将得到有效控制，植物种类得以改善，项目区水土保持生态将更趋稳定。

## 8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施，工程新增水土流失得到有效控制，工程沿线及周边生态环境得到良性发展，工程建设单位应根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）及《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》（办水保〔2019〕172号）的相关文件精神，在水土保持工程的组织管理、后续设计、水土保持监测、水土保持监理、水土保持施工、水土保持设施验收等方面制定切实可行的方案。

### 8.1 组织管理

#### 8.1.1 组织领导

##### （1）组织机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位组织实施。为保证水土保持方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的。因此，建设单位将成立水土保持工作机构，负责水土保持方案的委托编制、报批工作，并在工程建设和运行期负责工程水土保持方案的实施工作。

##### （2）工作职责

①认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保水土保持工程安全，充分发挥水土保持工程效益。

②建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，制定水土保持方案详细实施计划，及时向水行政主管部门通报监理、监测工作开展情况，按年度报告水土流失治理情况。

③工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常开展和顺利进行，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

④深入工程现场进行检查和观测，掌握工程施工和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供基础资料。

⑤建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

#### 8.1.2 管理制度

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理制度：

(1) 切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，接受社会监督。

(2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员和各级管理人员以及工程附近群众的水土保持意识。

(3) 将水土保持方案内容纳入主体工程招标文件中，要求施工单位在投标文件中，对水土保持措施的落实作出承诺。

(4) 制定详细的水土保持方案实施进度，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施，同期完成，同时验收

## 8.2 后续设计

水土保持方案经水行政主管部门审查批复后，生产建设单位根据批复的水土保持方案及时开展水土保持初步设计工作。生产建设单位将水土保持工作任务和内容纳入施工合同，落实施工单位水土保持责任，在建设过程中同步实施水土保持方案确定的水土保持措施；施工单位依据水土保持初步设计实施水土保持工程，并保证水土保持工程质量、实施进度和资金投入。

根据《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第 53 号）规定：水土保持方案经批准后存在下列情形之一的，生产建设单位应当补充或者修改水土保持方案，报原审批部门审批：

- (1) 工程扰动新涉及水土流失重点预防区或者重点治理区的；
- (2) 水土流失防治责任范围或者开挖填筑土石方总量增加 30%以上的；
- (3) 线型工程山区、丘陵区部分线路横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度 30%以上的；
- (4) 表土剥离量或者植物措施总面积减少 30%以上的；
- (5) 水土保持重要单位工程措施发生变化，可能导致水土保持功能显著降低或者丧失的因工程扰动范围减少，相应表土剥离和植物措施数量减少的，不需要补充或者修改水土保持方案。

在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的，或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的，生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证，并在弃渣前编制水土保持方案补充报告，报原审批部门审批。

水土保持方案自批准之日起满 3 年，生产建设项目方开工建设的，其水土保持方案应当报原审批部门重新审核。原审批部门应当自收到生产建设项目水土保持方案之日起

10个工作日内，将审核意见书面通知生产建设单位。

### 8.3 水土保持监测

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）、《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），本项目应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测工作。

根据水土保持法规政策规定，建设单位须对生产建设项目水土保持设施的防治情况进行跟踪监测。建设单位将按方案规定的监测内容、方法和时段对工程建设开展水土保持监测，监测单位在监测工作开展前要制定监测实施方案，在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告，在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告，应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。

监测单位应当在监测进场后的一个月内报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。每季度第一个月向审批水土保持方案的水行政主管部门（或者其他审批机关的同级水行政主管部门）报送上一季度的监测季报，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。监测结束后的一个月内报送《生产建设项目水土保持监测总结报告》。

### 8.4 水土保持监理

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号），凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。本项目土石方挖填总量在200万 $\text{m}^3$ 以上，因此建设单位将委托具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。

主体工程监理要按照《水土保持监理规范》（SL/T523-2024）和《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）等规范和标准开展监理工作，做好水土保持工程项目划分和质量评定，编制分部工程验收签证和单位工程验收鉴定书，形成完整的监理资料且要成果可靠。监理主要任务有：

（1）根据有关法律、法规及工程承包合同中的水土保持要求，对施工单位的水土保持工作采取检查、旁站和指令文件等监理方式进行监督检查，监理工程建设的各项施工活动的水土保持措施是否与工程建设同步实施，通过质量控制、进度控制和投资控制，保证水土保持设施的如期建设和功能的正常发挥，结合现场巡查，提出要求限期完成有关水土保持工作；

- (2) 在施工的各个阶段随时进行质量监督, 及时向建设单位汇报施工中出现的問題;
- (3) 对水土保持季报进行审查, 提出审查、修改意见;
- (4) 依据有关法律、法规及工程承包合同, 协助处理各种水土保持纠纷;
- (5) 编制水土保持监理工作报告, 作为生产建设项目水土保持设施验收的基础和水土保持验收报告必备的专项报告, 工作报告主要对水土保持监理工作进行总结, 提出存在的重大水土保持问题和解决问题的方法, 以及水土保持监理工作计划安排和工作重点, 定期归档监理成果;
- (6) 水土保持竣工验收时需提交水土保持监理总结报告、临时措施的影像资料和质量评定的原始资料;
- (7) 监理影像资料: 主要包括反映项目建设过程中项目区水土流失状况、水保措施实施情况等的图片和录像资料。水土保持工程监理应列入工程监理任务, 监理合同中应明确水土保持工程监理任务。

## 8.5 水土保持施工

施工单位要严格依据批复的水土保持方案报告书及后续设计文件, 落实各项水土保持措施及投资。

- (1) 水土保持工程施工过程中, 建设单位需对施工单位提出具体的水土保持工程施工要求, 并要求施工单位对其责任范围内的水土流失负责。
- (2) 施工单位需责成专人负责施工中的水土保持方案实施和管理工作, 并配合主管部门对水土保持措施实施情况进行监督和管理。
- (3) 施工过程中, 严格控制和管理车辆机械运行范围, 不得随意行驶、任意碾压。施工单位不得随意占地, 防止扩大对地表的扰动范围。
- (4) 对排水等设施进行经常性检查维护, 保证其排水效果和通畅。
- (5) 建成的水土保持工程应具有明确的管理维护要求。
- (6) 施工过程中应注重积累并整理水土保持资料, 特别是质量评定的原始资料和临时防护措施的影像资料。
- (7) 各类工程措施, 从总体部署、施工设计到清表、备料、开挖、填筑、砌石等全部完成, 各道工序的质量都应及时进行测定, 不合要求的应及时改正, 以确保工程安全及治理效果。
- (8) 要求采购的苗木及草种必须是一级苗和一级种子, 要有标签、经营许可证、质量合格证和植物检疫证, 以保证苗木及种子的出苗率及成活率。对实施的林草措施应及

时进行幼林幼苗抚育和管护、补植；对工程措施出现的损坏部分要及时进行修复、加固，以保证水土保持工程长期、稳定发挥效益。

## 8.6 水土保持验收

根据相关法律法规要求，水土保持工程未经验收或者验收不合格的，主体工程不得竣工验收，生产建设项目不得投产使用。

建设单位将依据批复的水土保持方案报告书、设计文件的内容和工程量，对水土保持设施完成情况进行检查，自行或委托第三方机构编制水土保持设施验收报告。在完成水土保持设施自主验收后，报监管部门进行备案。

水土保持设施验收的内容、程序等按照《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知（办水保〔2019〕172号）》、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）及《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）等有关规定执行。

### （1）编制验收报告

项目竣工验收前，建设单位将根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，并明确水土保持设施验收结论。

### （2）组织竣工验收

水土保持设施验收报告编制完成后，建设单位按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，项目方可通过竣工验收。

### （3）公开验收情况

建设单位在水土保持设施验收合格后，及时在其官方网站或者其他公众知悉的网站公示水土保持设施验收材料，公示时间不得少于20个工作日。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位将及时给予处理或者回应。

### （4）报备验收材料

建设单位在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告等材料的真实性负责。

生产建设项目水土保持设施验收合格后，生产建设单位或者运行管理单位应当依法防治生产运行过程中发生的水土流失，加强对水土保持设施的管理维护，确保水土保持设施长期发挥效益。