

国道 512 线丰镇至凉城段公路

水土保持方案修改报告书

建设单位：呼市至凉城至丰镇（口子村）公路建设管理办公室

编制单位：内蒙古新创环境科技有限公司

2021 年 7 月



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书
(副本)

单位名称：内蒙古新创环境科技有限公司

法定代表人：罗春广

单位等级：★★★(3星)

证书编号：水保方案(蒙)字第0037号

有效期：自2019年10月01日至2022年09月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2019年09月30日

(本证书不加盖公章无效)

项目名称：国道512线丰镇至凉城段公路

文件类型：水土保持方案修改报告书

编制单位：内蒙古新创环境科技有限公司(盖章)

项目联系人：罗春广

建设单位：呼市至凉城至丰镇(口子村)公路建设管理办公室

评价单位地址：内蒙古呼和浩特市新城区成吉思汗大街东段鸿盛

工业园区孵化园10号楼A座

邮政编码：010062

传真：0471-4638480

联系电话：14747314970

E-mail：372141355@qq.com

国道 512 线丰镇至凉城段公路
水土保持方案修改报告书

责任页

(内蒙古新创环境科技有限公司)

批准：罗春广（总经理/高工）

核定：迟延艳（高工）

审查：陈国宁（工程师）

校核：王小瑞（工程师）

项目负责人：李春利（工程师）

参加编写人员：

樊佳雨（工程师）（参编章节 1、2）

李春利（工程师）（参编章节 3、4、5）

王海瑞（工程师）（参编章节 6、7）

赵明月（工程师）（参编章节 8 及附图内容）



K99+500 拌合站及预制场



K99+500 拌合站及预制场



K88+500 拌合站及预制场



K88+500 拌合站及预制场



K63+500 拌合站及预制场



K63+500 拌合站及预制场



K53+000 拌合站及预制场



K53+000 拌合站及预制场



主线



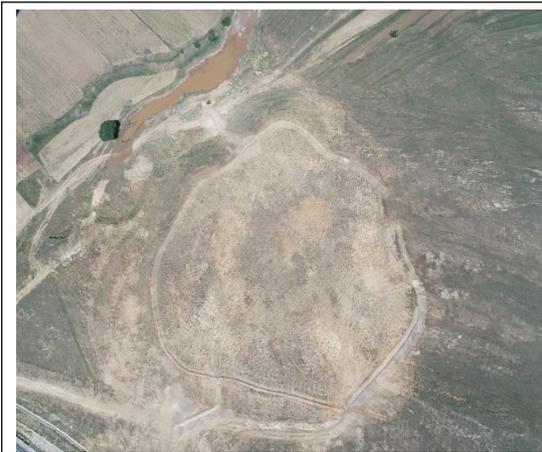
主线



主线、连接线起点



连接线



K58+200 弃土场



K58+200 弃土场



K57+300 弃土场



K57+300 弃土场



LK00+800 弃土场



LK00+800 弃土场



弃土场排水沟



弃土场排水沟



弃土场急流槽



弃土场急流槽

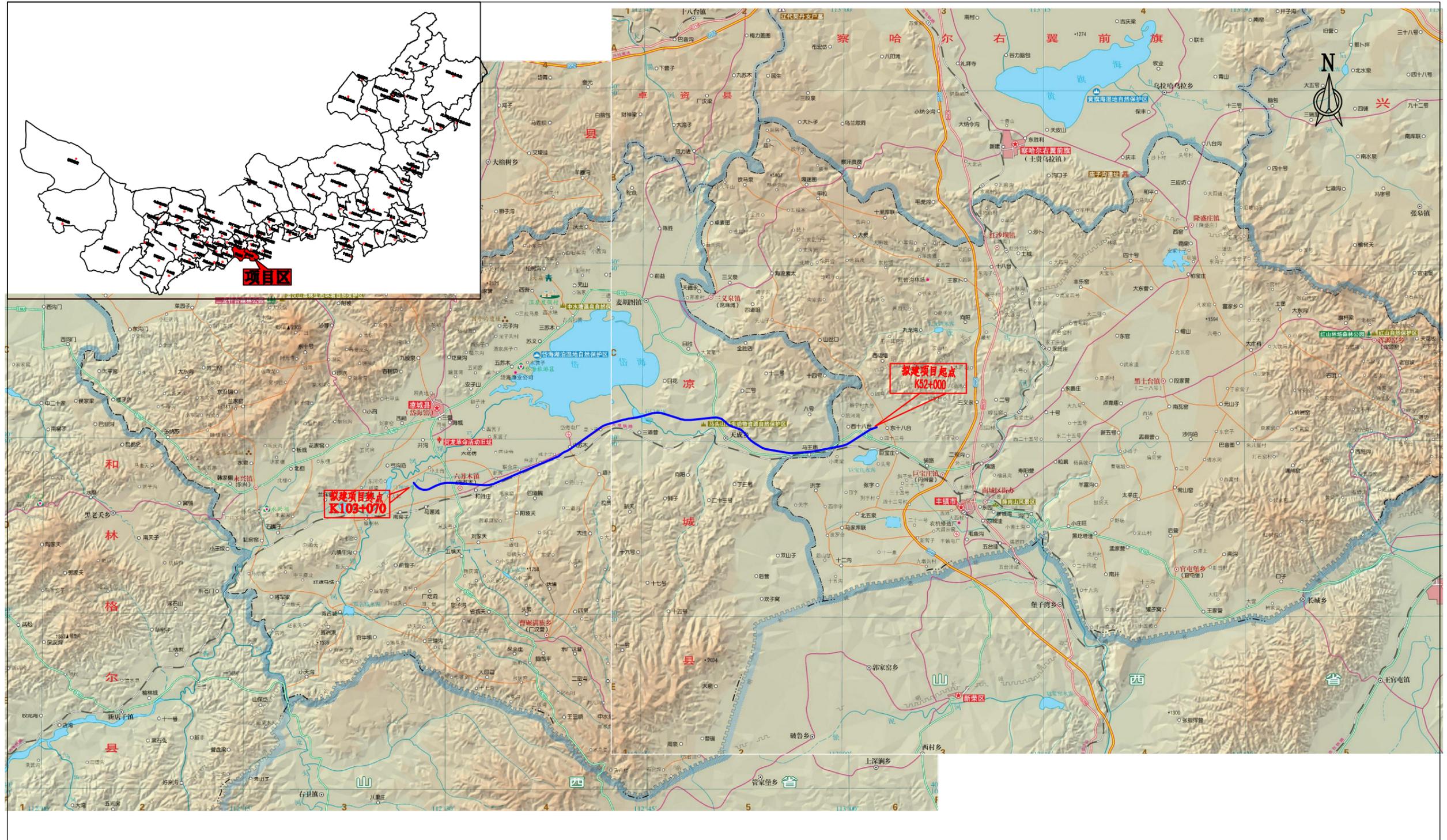


弃土场挡水围堰



弃土场挡水围堰

国道512线丰镇至凉城段公路项目地理位置图



目 录

1	综合说明.....	1
1.1	项目概况.....	1
1.2	编制依据.....	5
1.3	设计水平年.....	6
1.4	水土流失防治责任范围.....	6
1.5	水土流失防治目标.....	6
1.6	项目水土保持评价结论.....	7
1.7	水土流失预测结果.....	11
1.8	水土保持措施布设成果.....	12
1.9	水土保持监测方案.....	15
1.10	水土保持投资及效益分析成果.....	16
1.11	结论与建议.....	17
2	项目概况.....	19
2.1	项目组成及工程布置.....	19
2.2	施工组织.....	45
2.3	工程占地.....	52
2.4	土石方及其平衡情况.....	55
2.5	拆迁(移民)安置与专项设施改(迁)建.....	61
2.6	施工进度.....	61
2.7	自然概况.....	63
3	项目水土保持评价.....	68
3.1	主体工程选线水土保持评价.....	68

3.2	建设方案与布局水土保持评价.....	68
3.3	水土保持措施界定.....	81
4	水土流失分析与预测.....	85
4.1	水土流失现状.....	85
4.2	水土流失影响因素分析.....	85
4.3	土壤流失量预测.....	88
4.4	水土流失危害分析.....	99
4.5	指导性意见.....	100
5	水土保持措施.....	102
5.1	防治区划分.....	102
5.2	措施总体布局.....	102
5.3	分区措施布设.....	107
5.4	施工要求.....	145
6	水土保持监测.....	151
6.1	范围和时段.....	151
6.2	内容和方法.....	151
6.3	点位布设.....	156
6.4	实施条件和成果.....	157
7	水土保持投资估算及效益分析.....	162
7.1	投资估算.....	162
7.2	效益分析.....	175
8	水土保持管理.....	178
8.1	组织管理.....	178

8.2 后续设计.....	178
8.3 水土保持监测.....	178
8.4 水土保持监理.....	179
8.5 水土保持施工.....	180
8.6 水土保持设施验收.....	180

附件 1: 附图

附件 2: 相关文件

1 综合说明

1.1 项目概况

1.1.1 项目基本情况

丰镇与凉城之间目前主要依靠 S102 省道连接，S102 省道路面技术等级低，通行能力差，且部分路段由于地形限制，道路线形指标差，属于事故多发地段，已不能满足日益增长的交通运输需求，为提高该段公路通行能力，改善当地群众出行条件，完善区域交通运输网络，因此，国道 512 线丰镇至凉城段公路的建设势在必行。

国道 512 线丰镇至凉城段公路位于内蒙古自治区中部，行政区划隶属于乌兰察布市丰镇市和凉城县，主线线路起点坐标 E113°01'30"，N40°30'33"，终点坐标 E112°28'20"，N40°27'25"。主线起于国道 512 线口子村（蒙晋界）至丰镇段终点（桩号 K52+000），止于凉城县城南日盛公路西侧，与规划建设的 S102 省道相接（终点桩号 K103+421）。本工程属于建设类项目，主线线路全长 51.42km，其中丰镇市境内 3.0km，桩号为 K52+000~K55+000，凉城县境内 48.42km，桩号为 K55+000~K103+421；线路总体走向由东向西，按一级公路双向四车道标准建设，设计行车速度 80km/h，主线挖方段长度 9.12km，最大挖深 18.33m（桩号为 K67+000），填方段长度 39.89km，最大填高为 8.54m（桩号为 K52+000）。连接线接主线起点，行政区隶属于丰镇市，长度 6km，通往丰镇市，按二级公路双向两车道标准建设，最大填高为 3.2m，桩号为 K0+395，最大挖深为 7.6m，桩号为 LK0+720，挖方路段起止桩号为 LK0+460~LK2+180，LK3+580~LK3+880，挖方路段长 2.02km，其余路段为填方路段，填方路段长 3.98km。

（1）原方案项目基本情况

2014 年 9 月 23 日，内蒙古自治区水利厅以内水保（2014）198 号文对《国道 512 线丰镇至凉城段公路水土保持报告书》进行了批复，批复的报告书公路线路全长 51.07km，占地面积 218.35hm²，工程由路基及两侧、管理服务区、取弃土场、施工场地、施工便道及供电线路组成，全线新建大桥 4 座、中桥 4 座、小桥 16 座、涵洞 126 道、通道桥 18 座；全线设分离立交 3 处，平面交叉 29 处，全线在

K63+500 处建设管理服务区 1 处，管理服务区占地面积 9.66hm^2 ，架设管理服务区供电线路 2.2km ，架设施工供电线 2.4km ，总占地面积 0.72hm^2 ，施工过程中设置取土场 8 处、弃土场 5 处，总占地面积 31.66hm^2 ，施工场地 3 处、桥梁施工场地 11 处，占地面积 25.35hm^2 ，修建临时施工便道 32.95km ，占地面积 18.96hm^2 。工程建设共占地面积 304.70hm^2 ，其中永久占地 210.55hm^2 ，临时占地面积 94.15hm^2 ，占用草地面积 117.10hm^2 ，林地 53.51hm^2 ，交通运输用地 34.70hm^2 ，耕地 99.39hm^2 。工程建设过程中共动用土石方总量 404.77万 m^3 ，其中挖方 174.97万 m^3 ，填方 229.80万 m^3 ，借方 112.91万 m^3 ，弃方 58.08万 m^3 ，弃方弃于就近弃土场。

(2) 现工程基本情况

项目组成包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路。沿线拆迁涉及房屋、围墙、厂房和标志牌路等，拆迁工程实施全额赔偿，由地方政府相关部门重建，水土流失防治责任也由相关部门负责。主线公路建设过程中，尽量利用原有道路，其中左侧利用 102 线改扩建长度 10.38km ，右侧利用梅岱公路长度 7.12km 、利用 204 县道 2.32km ，全幅新建道路长度 31.60km ，连接线全幅为新建道路。本工程在 K84+383.938 ~ K86+699.191 采用分离式路基的布置方式，分离式路基长度共计 2312.253m 。对于利用旧路进行改扩建地段，外侧水土保持设施不进行损坏，对于新建道路两侧进行水土保持措施防护。

国道 512 线丰镇至凉城段主线全长 51.42km 。路堑段长度 9.12km ，最大挖深 18.33m （桩号为 K67+000），路堤长度 39.89km ，最大填高为 8.54m （桩号为 K52+000），桥梁总长度 2.41km 。连线线长 6km 。全线新建大、中桥 10 座，总长 1320m ；小桥 17 座，总长 502m ，涵洞 126 道。线路全线在 K63+500 处建设管理服务区 1 处（含服务区、收费站及养护工区），管理服务区给水水源利用场内深水井，污水均为生活污水，污水经化粪池预处理后，用于场内绿化灌溉。全线共设拌合站及预制场 4 处，其中 2 处为租用场地，剩余 2 处总占地面积 17.0hm^2 。项目部租用原有厂房，施工便道在充分利用项目区附近各种道路的基础上，全线需新修各类施工便道 9.17km ，其中路基施工便道宽 6m ，拌合站及预制场施工便道宽 6m ，弃土场施工便道宽 6m ，施工便道总占地 5.50hm^2 ，占地类型为草地和交通运输用地。根据工程实际需要，共设置弃土场 3 处及 1 处取土场，弃土场均

为 4、5 级渣场,其中 4 级渣场 2 处,5 级渣场 1 处,本工程弃土场共计占地 8.6hm²,弃土量 60.96 万 m³;取土场占地面积 0.98hm²,共计取土总量 2.77 万 m³。为满足公路运行期管理服务区内设施的用电与通讯需求,共计架设永久供电线路 2200m,电源就近引自天成乡 10kV 供电线路。公路施工用水采用购买方式解决。沿线地下水丰富,灌溉机井、生活供水设施分布较均匀,满足施工需要。根据沿线施工电力设施布置情况,全线架设通往预制厂、拌合站的临时供电线长 3.2km,均从附近村庄引接。

根据项目实施进度安排,本工程施工工期为 2015 年 6 月~2017 年 10 月,总工期 29 个月。总投资 11.62 亿元,其中土建费 8.20 亿元,建设资金筹措由项目资本金和国内商业银行贷款两部分构成。

本工程总占地面积 270.06hm²,永久占地 221.96hm²,临时占地 48.10hm²。公路占地分属于丰镇市和凉城县,其中丰镇市占地面积 26.62hm²,凉城县占地面积 243.44hm²。

本工程建设期挖填土石方总量 380.53 万 m³,其中挖方 198.30 万 m³,填方 182.23 万 m³,外借 44.89 万 m³,弃方 60.96 万 m³(含建筑垃圾),弃土全部运至临近的弃土场。项目区共剥离表土 26.24 万 m³,表土后期全部用于绿化覆土。

由于项目建设过程中取、弃土场数量、位置均发生了变化,且新增加了连接线 6.0km,因此,根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》及《内蒙古自治区水土保持条例》编制了本公路水土保持方案修改报告书。

1.1.2 项目前期工作进展情况

中华人民共和国国家发展和改革委员会于 2013 年 5 月 24 日以发改基础函(2013)980 号《关于印发<国家公路网规划(2013 年-2030 年)>的通知》将国道 512 线列入建设规划,并同时指出列入规划视同为立项,可据此开展前期工作。2014 年 5 月,《国道 512 线丰镇至凉城段公路可行性研究报告》由内蒙古交通设计研究院有限责任公司编制完成。2014 年 5 月建设单位委托呼和浩特市三水水利技术有限责任公司编制完成《国道 512 线丰镇至凉城段公路水土保持方案报告书》,2014 年 9 月 23 日,内蒙古自治区水利厅以内水保(2014)198 号文件对该报告进行了批复。2015 年 2 月,《国道 512 线丰镇至凉城段公路两阶段施工图设

计》由内蒙古交通设计研究院有限责任公司编制完成。2021年6月，内蒙古中矿建设工程有限公司编制完成《国道512线丰镇至凉城段公路K57+300弃土场和K58+200段弃土场稳定性专题论证报告》，并于2021年6月27日通过专家审查。

2015年7月，建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司及内蒙古新创环境科技有限公司开展本工程水土保持监理、监测工作。2021年5月13日内蒙古自治区水利厅开展黄河流域厅管生产建设项目水土保持集中约谈工作，水行政主管部门监督检查意见见附件，主要意见为加快进行水土保持方案变更，目前本项目正在开展水土保持方案修改报告书编制工作及水土保持设施验收工作。

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条、《内蒙古自治区水土保持条例》第二十四条，以及水利部办公厅关于印发《生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》的通知（办水保〔2016〕65号）第三条、第四条和第五条的相关规定和要求，水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或修改水土保持方案并报原审批机关批准。受呼市至凉城至丰镇（口子村）公路建设管理办公室委托，内蒙古新创环境科技有限公司承担了《国道512线丰镇至凉城段公路水土保持方案修改报告书》的编制工作。编制组于2020年11月对项目区进行了现场调查与踏勘，收集了项目区及周围地区水土流失现状和自然环境现状资料，在此基础上，按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的要求，于2021年6月编制完成《国道512线丰镇至凉城段公路水土保持方案修改报告书》。2021年6月22日水利厅组织专家对本方案修改报告书进行技术审查，针对专家提出的审查意见，进行修改与补充，最终完成了本方案。

1.1.3 自然概况

项目区总体地貌类型为低山丘陵，公路沿线北侧为蛮汉山山系，南侧为马头山山系，线路主要沿两山系之间的山前冲积区通过，沿线地形相对较平缓，海拔在1236-1365m之间，属中温带半干旱大陆性气候区，其气候特点为冬季严寒漫长，夏季短促温热，降水少、气候干燥，降水主要集中在夏季。项目区多年平均气温4.7（丰镇市）、5.0℃（凉城县），多年平均降水量392.6mm（丰镇市）、436.8mm

(凉城县), 多年平均蒸发量 1971.3mm (凉城县)、2136mm (丰镇市), 年日照数 2700h (丰镇市)、2790h (凉城县)。平均风速 2.6m/s (丰镇市)、2.7m/s (凉城县), 无霜期 120d (丰镇市)、128d (凉城县), 最大冻土深 181cm (丰镇市)、169cm (凉城县)。公路沿线土壤以栗钙土和栗褐土为主。植被类型为典型草原植被, 覆盖度 30%左右。水土流失以水力侵蚀为主, 间有季节性风力侵蚀, 侵蚀程度为中度, 原地貌水力侵蚀模数 $2500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 风力侵蚀模数 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$; 依据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007), 项目区所处区域容许土壤流失量为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。丰镇市为自治区级水土流失重点治理区、凉城县为黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区。项目区及周边不涉及重要江河、湖泊以及其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区, 以及水功能二级区的饮用水源区。

1.2 编制依据

- 1、《中华人民共和国水土保持法》(1991年6月29颁布, 2010年12月25日第十一届全国人大常委会第18次会议修订, 2011年3月实施);
- 2、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》1995年5月30日水利部令第5号发布;
- 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, 自2015年10月1日起实施);
- 4、《水利水电工程制图标准水土保持制图》(SL73.6-2015);
- 5、《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018);
- 6、《生产建设项目水土流失防治标准》(GB50433-2018);
- 7、《土地利用现状分类》(GBT21010-2017);
- 8、《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014);
- 9、《国道512线丰镇至凉城段公路两阶段施工图设计》(内蒙古交通设计研究院有限责任公司, 2015年2月);
- 10、《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)》的通知(办水保〔2016〕65号);
- 11、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。

12、《水土保持调查与勘测标准》(GB/T51297-2018)。

1.3 设计水平年

本项目已于 2015 年 6 月开工，2017 年 10 完工，建设工期 29 个月。水土保持措施于 2021 年 7 月底全部完工，植物措施在 2021 年发挥水土保持效益，因此确定水土保持方案设计水平年为 2021 年。

1.4 水土流失防治责任范围

本项目建设期水土流失防治责任范围为 270.06hm²，其中占用丰镇市土地面积 26.62hm²，占用凉城县土地面积 243.44hm²。水土流失防治责任范围表详见表 1-1。

表 1-1 水土流失防治责任范围表 单位: hm²

行政区划	项 目	单 位	合 计
丰镇市	主线路基及两侧	hm ²	13.62
	连接线路基及两侧	hm ²	11.04
	弃土场	hm ²	1.50
	拌合站及预制场	hm ²	0
	施工便道	hm ²	0.33
	供电线路	hm ²	0.13
	小计	hm ²	26.62
	凉城县	主线路基及两侧	hm ²
管理服务区		hm ²	10.21
取土场		hm ²	0.98
弃土场		hm ²	7.1
拌合站及预制场		hm ²	17
施工便道		hm ²	5.17
供电线路		hm ²	0.78
小计		hm ²	243.44
合计		hm ²	270.06

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据国家通告《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〕44号)，本工程凉城县属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，丰镇市属自治区级水土流失重点治理区，按《全国水土保持区划》凉城县属于全国水土保持区划中的西北黄土高原区-宁蒙覆沙黄土丘陵

区-阴山山地丘陵蓄水保土区。丰镇市属于北方土石山区-太行山山地丘陵区-太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区，根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018），本项目目前已建设完成，防护效果较好，因本工程涉及两个水土流失防治区，水土流失防治标准最终采用防治责任范围加权取平均值进行计算。

1.5.2 防治目标

根据《中国气候区划名称与代码-气候带和气候大区》GB/T17297-1998，项目区年平均降水量 392.6mm（丰镇市）、436.8mm（凉城县），属中温带半干旱大陆性气候区，水土流失治理度、林草植被恢复率、林草覆盖率不做调整。项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主，兼有风力侵蚀，侵蚀强度为中度，因此土壤流失控制比不做调整；项目区地形地貌属低山丘陵区，属线性工程，因此渣土防护率不做调整。本项目属自治区级水土流失重点治理区，无法避让，应提高防治标准，因此林草覆盖率上调 2%。

设计水平年 6 项防治目标计算见表 1-2。

表 1-2 防治目标调整计算表

防治指标	一级标准		按干燥度修正	按土壤侵蚀强度修正	按地形修正	位于水流失重点治理区	本项目采用标准
	施工期	设计水平年					设计水平年
水土流失治理度（%）	—	93.22					93.22
土壤流失控制比	—	0.82					0.82
渣土防护率（%）	90.55	92.55					92.55
表土保护率（%）	90.55	90.55					90.55
林草植被恢复率（%）	—	95.22					95.22
林草覆盖率（%）	—	22.33				2	24.33

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选线评价

按照《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定要求，对主体工程选址水土保持制约性因素进行了对照分析，主要分析评价如下：

- （1）不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。
- （2）项目区不涉及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、重点治理成果区和国家确定的水土保持长期定位观测站。

项目区丰镇市属自治区级水土流失重点治理区、凉城县属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，生态脆弱区、存在水土保持制约因素，无法避让。同时岱海距本工程直线距离 1250m，主体工程通过优化施工方案，加强工程管理，施工中通过严格控制扰动地表和植被损坏范围，尽量减少占地，土石方量尽量综合利用，提高防治标准，及时恢复植被，植物措施选用高标准苗（草）种，林草覆盖率提高 2 个百分点，符合《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中建设方案无法避让重点治理区的相关规定。

1.6.2 建设方案与布局评价

国道 512 线丰镇至凉城段公路主要包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路，其总体布局形成以公路路基为中心，两侧布设工程的格局。本项目尽量减少了占用生产力较高的土地；路基施工便道充分利用了原有道路，采用半幅施工，半幅作为施工便道的施工工艺，减少了施工便道的占地，不足部分新增施工便道，减少占地，方便施工运输。拌合站及预制场集中布置，避免了多处零散分布，施工过程中同时租用原有拌合站，减少了临时占地。中、大桥利用桥位两侧路基及台背，大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。施工供电线路采用先行建设，为施工用电提供了保障。沿线弃土场选择在临近线路、地质为花岗岩地质段，基底较稳定。针对 K57+300 处弃土场及 K58+200 处弃土场，为了确保下游居民及公路安全，由内蒙古中矿建设工程有限公司编制了《国道 512 线丰镇至凉城段公路 K57+300 段弃土场和 K58+200 段弃土场稳定性专题论证报告》，并通过了专家评审，结论为两个现状弃土场稳定性较好，对主体本身及周边居民点等不构成在重大影响。取土场有乡村道路可直接到达，减少了施工便道的占地，基本符合水土保持要求。

依据《公路工程项目交通运输用地指标》（（2011）124 号）分项进行评价，一级公路双向四车道交通运输用地占地指标计算如下：公路建设项目用地总体指标为 5.4623hm²/km，本项目主线建设里程长 51.42km，主线永久占地 215.82hm²，

用地指标为 $4.20\text{hm}^2/\text{km}$ ，低于标准值，满足公路用地标准。公路建设尽量控制临时占地面积，减少扰动面积，施工结束后将临时占地恢复成原有土地使用功能，可有效降低水土流失，符合水土保持要求。工程建设总占地面积中永久占地比例占 82.19%，临时占地比例占 17.81%。工程总体布局中，施工设施建设做到永临结合，最大限度减小施工占地，从而减少了对原地貌及植被的破坏。施工临时占地尽量利用现有工程及项目区内空地，不足部分再新增占地，符合水土保持的要求。

本工程建设期挖填土石方总量 380.53万 m^3 ，其中挖方 198.30万 m^3 ，填方 182.23万 m^3 ，外借 44.89万 m^3 ，弃方 60.96万 m^3 （含建筑垃圾），弃土全部运至临近的弃土场。项目区共剥离表土 26.24万 m^3 ，表土后期全部用于绿化覆土。从工程土石方总体调配来看，路基以挖方为主，工程土石方开挖量大于填筑量，在合理安排施工时序的同时，填方尽量利用线路开挖土方，不足部分外购当地合法料场，弃土全部运至沿线临近的弃土场。主体工程设计在施工前首先将施工区域的表土尽可能进行剥离，并集中堆放，后期用于绿化区域的覆土，待施工结束后将表土回覆到植被恢复区域。除路基基础外，主体设计尽量不占用生产力较高的耕地和饲草料基地。从水土保持的角度分析，项目尽量移挖作填、尽量纵向利用，多余土方运至弃土场，土石方量调配合理，符合水土保持要求。项目区内可剥离表土尽量进行剥离，表土后期全部用于绿化覆土，符合水土保持要求。

本项目单独设置弃土场 3 处，均为 4、5 级渣场，其中 4 级渣场 2 处，5 级渣场 1 处，本工程弃土场共计占地面积 8.60hm^2 ，弃土量 60.96万 m^3 。公路沿线地貌属低山丘陵区，弃土场主要布置在坡顶和坡面及沟头处，经现场调查，公路沿线 3 处弃土场，其中 2 处设置较为不合理，下游一定范围内存在敏感因素，3 处弃土场均不在河道、湖泊和建成水库管理范围内；根据《国道 512 线丰镇至凉城段公路两阶段初步设计报告》中，K57+300、K58+200 地段岩体性质为花岗岩岩石出露。

K57+300 弃土场布置在坡顶和坡面位置，弃土场南侧距离本公路 200m，西侧坡脚至最近的居民点 100m。弃土地形为北侧、东侧及南侧高，西侧低，最终排弃高度低于南侧原地形坡面，固不会对南侧本工程造成重大影响。西侧坡脚距离最近的居民点 100m，一级平台边坡 1: 2，高度 3m，平台宽度 2m，接 2 级平台边坡比为 1: 1.4，高度为 10m，3 级平台边坡比为 1: 1.5，高度为 7m，4

级平台边坡比为 1: 1.4, 高度为 7m。在弃土场平台外围布设一排挡水围堰, 其次在坡顶至坡脚边坡纵向布设急流槽, 并在急流槽末端设消力池以防止冲刷, 后在弃土场南侧修建浆砌石排水沟, 汇水通过急流槽流入消力池再排到浆砌石排水沟最终汇入自然沟道。由内蒙古中矿建设工程有限公司对该弃土场进行了弃土场专题论证, 报告中明确计算稳定系数 Bishop 法为 1.215、Morgenstern-Price 法为 1.213, 边坡处于稳定状态。20 年一遇 24h 最大降雨量时, 计算稳定系数 Bishop 法为 1.202、Morgenstern-Price 法为 1.201, 数值模拟、计算结果均表明现状弃土场稳定性较好, 对公路及周边居民点等不存在重大影响。提出了 K57+300 段弃土场边坡底部做挡墙的防治措施, 挡墙主要浆砌石结构, 其中 K57+300 段挡墙长 76m, 顶宽 0.6m, 地上部分高 1m, 地下部分深 0.5m。进一步确保弃土场的稳定。

K58+200 弃土场布置在缓坡位置, 弃土场南侧距离本工程 60m。弃土场地形为东南侧高, 西北侧低, 最终排弃高度低于南侧原地形坡面, 弃土场共形成 2 级平台, 1 级平台边坡比为 1: 1.6, 平台高度 8m, 2 级平台边坡比为 1: 1.4, 平台高度为 12m, 在弃土场平台外围布设一排挡水围堰, 其次在坡顶至坡脚边坡纵向布设急流槽, 并在急流槽末端设消力池以防止冲刷, 后在弃土场东北及东南侧修建浆砌石排水沟, 汇水通过急流槽流入消力池再排到浆砌石排水沟最终汇入自然沟道。通过弃土场专题论证报告, 计算稳定系数 Bishop 法为 1.233、Morgenstern-Price 法为 1.232, 边坡处于稳定状态。20 年一遇 24h 最大降雨量时, 计算稳定系数 Bishop 法为 1.211、Morgenstern-Price 法为 1.209, 数值模拟、计算结果均表明现状弃土场稳定性较好, 对本工程不构成重大影响。

LK00+800 弃土场布置在沟头位置, 弃土场南侧临路, 最终弃土同公路齐平, 弃土场西侧靠近天然沟道, 目前已对占用沟道进行清理, 清理后弃土场不再占用天然沟道, 为了减少降雨对弃土场边坡的冲刷, 在弃土场西侧新增修筑浆砌石护脚墙进行防护, 通过高程分析, 弃土场高程为 1288m, 公路高程较弃土场高程低 6m 左右, 弃土场南侧距本工程 20m, 中间有原有道路进行阻挡, 固不存在对南侧本工程造成重大影响。

综上所述, 根据《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014), 公路

建设所设置的 3 处弃土场，根据弃土场专题论证及弃土场稳定性评估报告，均认为边坡及基底稳定，对本工程及周边居民点等不存在重大影响，根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，该建设区域的抗震设防烈度为 7 度，地震对工程建设区不会构成重大影响。根据弃土场稳定性专题论证，提出了在 K57+300 段弃土场底部新增挡渣墙的防治措施，挡渣墙主要为浆砌石结构，挡渣墙长 76m，宽 0.6m，地上部分高 1m，地下部分深 0.5m。本方案对挡渣墙形式进行了变更，本弃土场共修筑两种形式挡渣墙，一种形式为 1m 高挡渣墙，另一种形式为 0.8m 高挡渣墙，1m 高挡渣墙修筑在挡渣墙中间部分，采用梯形断面，长 42m，基础高 0.5m，宽 1.5m，顶宽 0.6m，0.8 高挡渣墙修筑在 1m 高挡渣墙两侧，采用矩形断面，长 17m，基础高 0.5m，宽 0.6m，顶宽 0.6m。

本工程设置取土场 1 处，总开采面积 0.98hm²，开采边坡比为 1:2，总开采量 2.77 万 m³，取土场设于脑包村自然沟道中，利用机械进行开挖，开采厚度 3.0 m，土质为砂质土。取土场处有乡间道路，施工便利。取土场不存在崩塌和滑坡危险区、及泥石流易发区，取土场地形较为平坦，类型为平地，不影响周边景观协调性，取料后易于恢复，距本工程距离较近，又能充分利用现有乡间路，开采条件好，选址比较合理。

主体工程通过合理安排施工时序，尽量充分利用挖方，并将弃土量控制在最小；主体工程注重表土的利用，工程施工前先进行表土剥离并单独堆放。尽量安排交叉施工，以缩短施工工期。从水土保持的角度来评价，有利于减少施工过程中的水土流失；施工组织、施工方法及施工工艺等尽量从减少水土流失及保护生态环境等方面考虑，基本符合水土保持要求。

主体设计并已实施了表土剥离、绿化覆土、拱形骨架种草护坡、鱼鳞形骨架种草防护、浆砌片石桥头防护、浆砌石护脚墙防护、碎落台六棱形空心砖防护、石窗防护、防护网防护、截排水沟、边沟防护、挡水埝、平台排水沟、急流槽、蒸发池、消力池、场削坡、土地整治、挡水围埂、造林种草、临时撒播草木樨、补植补种，这些措施具有水土保持功能，措施布设位置、规模合理，工程数量充足，符合水土保持的要求。

1.7 水土流失预测结果

根据工程建设可能造成水土流失面积和水土流失强度，经预测工程建设期

可能造成水土流失总量为 82766t，其中新增水土流失量 42726t。施工期新增水土流失量 32086t，自然恢复期新增水土流失量为 10640t。

水土流失重点区域主要为路基及两侧、拌合站及预制场和弃土场区域，重点时段为施工期。

水土流失防治措施不利会产生的主要危害有：对土地资源的影响，为沙尘暴、扬沙天气提供物质源，导致施工扰动区植被退化，加大建设区及周边的水土流失，对工程安全运行也将产生影响。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 水土保持措施布设情况

根据项目组成，本项目共划分为路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道、供电线路 7 个防治分区，在水土流失预测及分析评价主体工程中具有水土保持功能工程的基础上，结合工程现状实际情况，针对建设活动引发水土流失的特点和造成危害程度，采取有效的水土流失防治措施，把水土保持工程措施、植物措施和临时措施有机结合起来，并把主体工程中具有水土保持功能的措施纳入水土流失防治措施体系，合理确定水土保持措施的总体布局，以形成完整的、科学的水土保持防治体系。

1、路基及两侧防治区

施工前，剥离表土、集中堆放于表土临时堆放场、种草临时防护。施工结束后，路基填方高度小于等于 2.5 米的边坡种草护坡；填方高度小于 4 米大于 2.5 米的边坡，采用鱼鳞形骨架内种草防护；填方路基高度大于 4 米，采用拱形骨架内种草护坡；土质挖方坡面坡脚设置浆砌片石加固带，坡面实施穴栽柠条苗防护，全风化、强风化岩质挖方边坡，设置一级或两级浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内空心六棱砖种草防护；岩质深路堑段，坡面采用防护网护坡；高填方路基两侧护坡道平台及边坡种草防护；碎落台采用六棱空心砖内种草铺砌。一般挖方地段采用浅碟形边沟，经过村镇路段采用盖板矩形边沟，当路基横向有汇水时路堤坡脚处设置排水沟，路堑边坡大于 2 米地段坡顶外设置截水沟，截水沟扰动区种草恢复植被。经过耕地路段坡脚处修筑挡水埝，路堑边坡大于 6 米地段，进行边坡分级，在分级平台内侧修矩形排水沟，并顺接至路基边坡急流槽。填高大于 2.5 米

边坡设置边坡急流槽，路基两侧共设置三处蒸发池，在部分路段的路基两侧栽植金叶榆及山桃绿化，中央隔离带栽植一行乔木，林下种草防护；表土堆放迹地种草恢复植被。

桥头边坡浆砌片石防护，桥下扰动区土地平整。

2、管理服务区防治区

施工前，剥离表土、集中堆放并种草临时防护。施工中，服务区与养护工区挖方坡顶外设置土质截排水沟、浆砌石截排水沟；服务区围墙外西侧、南侧填方边坡采用鱼鳞形骨架内种草护坡，并在边坡上设置矩形急流槽及底部出口消力池，消能后自然散排到服务区南侧林地内；服务区场地雨水通过地形坡度散排进入路基排水沟，养护工区场地雨水通过浆砌石排水沟进入蒸发池，再由抽水泵将蒸发池多余的雨水排出场外。施工结束后，建筑物周边空地实施土地整治、绿化防护。

3、取土场

施工结束后，三侧边坡进行削坡处理；边坡及坑底实施土地整治，并种草恢复植被。

4、弃土场防治区

弃土前，表土剥离、堆放于路基表土堆放场并临时防护。弃土结束后，对3处弃土场形成的排弃陡坡削坡分级，削坡后的边坡及平台进行土地整治，平台周边实施挡水围埂，边坡与平台种草恢复植被；对于K57+300弃土场，边坡设置急流槽以及出口消力池，顺接至自然沟道，坡脚处设置浆砌石挡渣墙；对于LK00+800弃土场临沟一侧的边坡坡脚实施浆砌石护脚墙；对施工扰动区域撒播种草恢复植被。

5、拌合站及预制场防治区

施工前，剥离表土，集中堆放并种草临时防护。施工结束后，扰动区实施土地整治，造林种草恢复植被。方案将新增K65+500处拌合站及预制场补植补种防护措施。

6、施工便道防治区

施工结束后，扰动区土地整治，种草防护。

7、供电线路防治区

施工结束后，扰动区种草恢复植被。

1.8.2 水土保持措施主要工程量

水土流失防治体系主要由工程措施、植物措施和临时防护措施组成。本方案设计水平年水土保持措施防治面积 138.51hm²，其中工程措施面积 24.70hm²，植物措施面积 113.81hm²。工程措施防护工程量：本工程共实施拦挡长度 44991m，排水措施长度 68516m，消力池 18 座，边坡防护面积 18.98hm²，蒸发池 4 座，土地整治 29.82hm²，削坡 2.79 万 m³，表土剥离 26.24 万 m³，绿化覆土 26.24 万 m³，新增挡渣墙 59m，新增浆砌石护脚墙防护 137.5m²，植物措施防护工程量：共计绿化面积 113.81hm²，其中撒播披碱草 3030.92kg，撒播蒙古冰草 3030.92kg，栽植柠条 27666 株，栽植侧柏 15235 株、栽植新疆杨 212 株、栽植金叶榆 21200 株、栽植樟子松 12536 株、栽植旱柳 135 株、栽植果树 9479 株、栽植丁香 232 丛、栽植紫穗槐 377 丛、栽植榆叶梅 193 丛、栽植红瑞木 104 丛、栽植石竹 1641m²，栽植鸢尾 346m²，栽植萱草 3183m²，栽植景天 9150m²。

各分区防治措施布设及主要工程量如下所示：

1、路基及两侧

(1) 主线路基及两侧

工程措施：剥离表土 19.97 万 m³，绿化覆土 18.67 万 m³，鱼鳞形骨架防护 6.43hm²，拱形骨架防护 5.78hm²，浆砌片石桥头防护 0.14hm²，浆砌石护脚墙防护 0.79hm²，碎落台六棱形空心砖防护 1.41hm²，石窗防护 2.78hm²，防护网防护 1.18hm²，路基两侧边沟防护 17705m，修筑截排水沟长 7950m，修筑挡水埝长度 38400m，修筑矩形平台排水沟 3470m，修筑急流槽 28593m，修筑蒸发池 3 座。

植物措施：边坡撒播种草面积 9.22hm²，护坡道平台及边坡撒播种草面积 19.02hm²，鱼鳞形骨架内种草 4.31hm²，拱形骨架内种草 3.76hm²，碎落台六棱形空心砖内种草 0.84hm²，石窗护面墙内种草 0.50hm²，边坡穴栽柠条 2.08hm²，中央分隔带绿化 9.14hm²，截水沟施工区种草 3.08hm²，在梅岱线作为一幅道路，新建一幅道路的路基两侧栽植乔木 9.12hm²，表土堆放迹地种草 15.12hm²。

临时措施：撒播草木樨 15.12hm²。

(2) 连接线路基及两侧

工程措施：绿化覆土 0.65 万 m³，浆砌石护脚墙防护 0.32hm²，路基两侧边沟防护 7860m，修筑截排水沟长 1190m，修筑挡水埝长度 5400m，修筑急流槽

480m。

植物措施：路堤边坡绿化面积 2.06hm²，路堑边坡绿化面积 1.32hm²。

2、管理服务区

工程措施：剥离表土 1.15 万 m³，绿化覆土 1.15 万 m³，外围修筑截排水沟 452m，修筑土质截排水沟 300m，鱼鳞形骨架防护面积 0.14hm²，修筑蒸发池 1 座，修筑急流槽 80m 及消力池 13 座。

植物措施：管理服务区内及建筑物周边空地绿化 3.78hm²，鱼鳞形骨架内种草 0.09hm²。

临时措施：撒播草木樨 0.48hm²。

3、取土场

工程措施：削坡 0.38 万 m³，绿化覆土 0.20 万 m³，土地整治 0.98hm²。

植物措施：边坡及坡底种植灌草 0.98hm²。

4、弃土场

工程措施：表土剥离 1.72 万 m³，绿化覆土 2.17 万 m³，削坡 2.41 万 m³，土地整治 8.36hm²，修筑挡水围堰 1132m、排水沟 306m、急流槽 130m、消力池 5 座，方案新增挡渣墙 59m（未实施）、新增浆砌石护脚墙防护 137.5m²（未实施）。

植物措施：边坡及平台造林种草面积 8.36hm²，补植补种 0.7hm²，新增施工扰动区种草 0.1hm²（未实施）。

5、拌合站及预制场

工程措施：表土剥离 3.40 万 m³，绿化覆土 3.40 万 m³，土地整治 17hm²。

植物措施：迹地造林种草面积 17hm²，新增补植补种 1.42hm²（未实施）。

临时措施：撒播草木樨 0.97hm²。

6、施工便道

工程措施：土地整治 3.48hm²。

植物措施：种草面积 3.48hm²。

7、供电线路

植物措施：种草面积 0.55hm²。

1.9 水土保持监测方案

2015年7月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司开展水土保持监测工作。

本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，监测总面积 270.06hm²。本工程防治责任范围包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路。

水土保持监测内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施等。水土保持重点监测区域主要为路基区、拌合站及预制场、弃土场、取土场，重点时段为施工期。

水土保持监测时段为 2015 年 6 月至 2021 年设计水平年结束。各类工程均应在施工准备期前进行本底值监测。

水土保持监测采用调查监测、定位观测、遥感监测相结合的方法。

监测点位布设：2015年7月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司开展水土保持监测工作，经过与监测单位沟通，本工程未进行监测点布设，监测单位依据工程建设特点、施工中易产生新增水土流失的区域及项目区原有水土流失类型、强度等，通过现场实地踏勘、翻阅设计图纸以及遥感影像分析，对本项目进行监测，监测重点区域为路基区、拌合站及预制场、弃土场、取土场。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

1.10.1 水土保持投资估算

本项目建设期水土保持总投资 8457.19 万元，其中工程措施投资 7105.05 万元，植物措施投资 709.37 万元，临时措施投资 236.65 万元，独立费用 251.02 万元（含水土保持工程建设监理费 12 万元，水土保持监测费 15 万元），水土保持补偿费 152.35 万元（按原批复方案已缴纳）。

1.10.2 水土保持方案实施效益

各项水土保持措施实施后，工程建设区生态环境将得到一定程度的恢复和改善，经分析，本工程设计水平年水土流失防治目标值：水土流失治理度可达到 98.21%，土壤流失控制比 0.91，渣土防护率可达 99.54%，表土保护率可达到 96.68%，林草植被恢复率可达到 99.54%，林草植被覆盖率可达到 42.14%。方案

实施后可治理水土流失面积 270.06hm²，林草植被建设面积 113.81hm²，可减少水土流失量 52448t。

1.11 结论与建议

本项目建设从选址、建设方案、水土流失防治等方面基本符合水土保持法规、技术标准的规定，通过实施水土保持措施能达到控制水土流失、保护生态环境的目的。

建设单位已委托监理和监测单位按时开展了水土保持工程监理和水土保持监测工作，在本方案批复以后，尽快组织施工单位对方案新增水土保持措施实施，水土保持措施发挥效益后尽快安排验收工作。

(2) 建议

- 1) 及时完善水土保持措施，开展水土保持验收工作。
- 2) 建议加强防护措施的管护，发现问题，及时进行整改修复。

水土保持方案特性表

项目名称		国道 512 线丰镇至凉城段公路水土保持方案修改报告书		流域管理机构		海河水利委员会、黄河水利委员会	
涉及省区	内蒙古自治区	涉及地市	乌兰察布市	涉及县或个数	丰镇、凉城县		
项目规模	主线 51.42km, 连接线 6km	总投资(万元)	116200	土建投资(万元)	82000		
动工时间	2015 年 6 月	完工时间	2017 年 10 月	设计水平年	2021 年		
工程占地 (hm ²)	270.06	永久占地 (hm ²)	221.96	临时占地 (hm ²)	48.10		
土石方量 (万 m ³)	挖方		填方		借方		余(弃)方
	198.30		182.23		44.89		60.69
重点防治区名称	黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区、自治区水土流失重点治理区						
地貌类型	低山丘陵区		水土保持区划	北方土石山区、西北黄土高原区			
土壤类型	栗钙土		土壤侵蚀强度	风蚀模数 1000 [t/km ² ·a] 水蚀模数 2500 [t/km ² ·a]			
防治责任范围面积(hm ²)	270.06		容许土壤流失量[t/(km ² ·a)]	1000			
建设期水土流失预测总量(t)	82766		新增水土流失量(t)	42726			
水土流失防治标准执行等级	北方土石山区及黄土高原区水土流失防治一级标准的加权取平均值						
防治目标	水土流失治理度(%)	93.22		土壤流失控制比	0.82		
	渣土挡护率(%)	92.55		表土保护率(%)	90.55		
	林草植被恢复率(%)	95.22		林草覆盖率(%)	24.33		
防治措施	项目	工程措施		植物措施		临时措施	
	主线路基及两侧	剥离表土 19.97 万 m ³ , 绿化覆土 18.67 万 m ³ , 鱼鳞形骨架防护 6.43hm ² , 拱形骨架防护 5.78hm ² , 浆砌片石桥头防护 0.14hm ² , 浆砌石护脚墙防护 0.79hm ² , 碎落台六棱形空心砖防护 1.41hm ² , 石窗防护 2.78hm ² , 防护网防护 1.18hm ² , 路基两侧边沟防护 17705m, 修筑截排水沟长 7950m, 修筑挡水埝长度 38400m, 修筑矩形平台排水沟 3470m, 修筑急流槽 28593m, 修筑蒸发池 3 座。		边坡撒播种草面积 9.22hm ² , 护坡道平台及边坡撒播种草面积 19.02hm ² , 鱼鳞形骨架内种草 4.31hm ² , 拱形骨架内种草 3.76hm ² , 六棱形空心砖内种草 0.84hm ² , 石窗护面墙内种草 0.50hm ² , 边坡穴栽柠条 2.08hm ² , 中央分隔带绿化 9.14hm ² , 截水沟施工区种草 3.08hm ² , 在梅岱线作为一幅道路, 新建一幅道路的路基两侧栽植乔木 9.12hm ² , 表土堆放迹地种草 15.12hm ² 。		撒播草木樨 15.12hm ²	
	连接线路基及两侧	绿化覆土 0.65 万 m ³ , 浆砌石护脚墙防护 0.32hm ² , 路基两侧边沟防护 7860m, 修筑截排水沟长 1190m, 修筑挡水埝长度 5400m, 修筑急流槽 480m。		路堤边坡绿化面积 2.06hm ² , 路堑边坡绿化面积 1.32hm ² 。			
	管理服务区	剥离表土 1.15 万 m ³ , 绿化覆土 1.15 万 m ³ , 外围修筑截排水沟 452m, 修筑土质截排水沟 300m, 鱼鳞形骨架防护面积 0.14hm ² , 修筑蒸发池 1 座, 修筑急流槽 80m 及消力池 13 座。		建筑物周边空地绿化 3.78hm ² , 鱼鳞形骨架内种草 0.09hm ² 。		撒播草木樨 0.48hm ²	
	取土场	削坡 0.38 万 m ³ , 绿化覆土 0.20 万 m ³ , 土地整治 0.98hm ² 。		边坡及坡底种植灌草 0.98hm ² 。			
	弃土场	表土剥离 1.72 万 m ³ , 绿化覆土 2.17 万 m ³ , 削坡 2.41 万 m ³ , 土地整治 8.36hm ² 。修筑挡水围堰 1132m, 排水沟 306m, 急流槽 130m, 消力池 5 座, 新增挡渣墙 59m (未实施), 新增浆砌石护脚墙防护 137.5m ² (未实施)。		边坡及平台造林种草面积 8.36hm ² , 补植补种 0.7hm ² 新增施工扰动区种草 0.1hm ² (未实施)。			
	拌合站及预制场	表土剥离 3.40 万 m ³ , 绿化覆土 3.40 万 m ³ , 土地整治 17hm ² 。		迹地造林种草面积 17hm ² , 新增补植补种 1.42hm ² (未实施)。		撒播草木樨 0.97hm ² 。	
	施工便道	土地整治 3.48hm ² 。		种草面积 3.48hm ² 。			
	供电线路			种草面积 0.55hm ² 。			
	投资(万元)	7105.05		709.37		236.65	
水保总投资(万元)	8457.19		独立费用(万元)	251.02			
水保监理费(万元)	12		监测费(万元)	15		补偿费(万元)152.35	
方案编制单位	内蒙古新创环境科技有限公司		建设单位	呼市至凉城至丰镇(口子村)公路建设管理办公室			
法定代表人及电话	罗春广 13347105806		法定代表人及电话	张文元			
地址	内蒙古呼和浩特市新城区成吉思汗大街东段鸿盛工业园区孵化园 10 号楼 A 座		地址	乌兰察布市集宁区白海子镇交通運輸信息指挥中心			
邮编	010062		邮编	012000			
联系人及电话	樊佳雨 18447054910		联系人及电话	姜广财 15848162618			
传真	0471-4638480		传真	0474-8218955			
电子信箱	1456531599@qq.com		电子信箱	nanhai@163.com			

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目建设基本内容

1、项目区地理位置及内外交通

国道 512 线丰镇至凉城段公路位于内蒙古自治区中部，行政区划隶属于乌兰察布市丰镇市和凉城县，主线线路起点坐标 E113°01'30"，N40°30'33"，终点坐标 E112°28'20"，N40°27'25"。主线起于国道 512 线口子村（蒙晋界）至丰镇段（起点桩号 K52+000），止于凉城县城南日盛公路西侧，与建设的 S102 省道相接（终点桩号 K103+421）。连接线接主线起点，长 6km，通往丰镇市。地理位置见附图“国道 512 线丰镇至凉城段公路地理位置图”。

丰镇市和凉城县均位于乌兰察布市南部，目前，通过丰镇市的公路主要有二广高速（G55）、S102 省道、大准铁路和其他一些地方道路，通过凉城县的公路主要有 S102 省道和地方道路、丰镇至凉城之间现有 S102 省道和部分其他乡间道相连，另外，丰镇市和凉城县城市外围交通网络均已建成。建设过程中交通条件除利用上述道路外，还可以利用部分地方简易道路以及新开辟的施工便道。

2、项目基本情况

项目组成包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路等 7 部分组成。

国道 512 线丰镇至凉城段主线全长 51.42km，按一级公路建设，路基宽 24.5m，采用双向 4 车道建设，每条行车道宽 3.75m，设计行车速度 80km/h，桥梁总长度 2.41km，连接线长 6km。全线新建大、中桥 10 座，总长 1320m；小桥 17 座，总长 502m，涵洞 126 道。线路全线在 K63+500 处建设管理服务区 1 处（含服务区、收费站及养护工区），管理服务区给水水源利用场内深水井，污水均为生活污水，生活污水经过化粪池预处理后，用于场内绿化区灌溉。全线共设拌合站及预制场 4 处，其中 K53+000 处拌合站及预制场为原有场地，租赁结束后对场地进行清理，并已办理移交手续，因此占地面积不计入本工程，K99+500 处拌合站及预制场租用原有场址，原即为拌合站，施工结束后归还给业主，因此占地面积不计入本工

程，拌合站及预制场总占地面积 17hm²。项目部租用原有厂房，占地面积不计入本工程。中、大桥利用桥位两侧路基及台背，大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。因此不另行单独开辟施工场地。施工便道在充分利用项目区附近各种道路的基础上，全线需新修各类施工便道 9.17km，其中路基施工便道宽 6m，拌合站及预制场施工便道宽 6m，弃土场施工便道宽 6m，施工便道总占地 5.50hm²，占地类型为草地和交通运输用地。根据工程实际需要，共设置弃土场 3 处及 1 处取土场，弃土场均为 4、5 级渣场，其中 4 级渣场 2 处，5 级渣场 1 处，本工程弃土场共计占地面积 8.60hm²，弃土量 60.96 万 m³；取土场占地面积 0.98hm²，共计取土总量 2.77 万 m³。为满足公路运行期管理服务区内设施的用电需求，共计架设永久供电通讯线路 2200m，电源就近引自天成乡 10kV 供电线路。公路施工用水采用购买方式解决。沿线地下水丰富，灌溉机井、生活供水设施分布较均匀，满足施工需要。根据沿线施工电力设施布设情况，全线架设通往预制厂、拌合站的临时供电线长 3.2km，均从附近村庄引接。

3、工程变更情况

2014 年 9 月 23 日，内蒙古自治区水利厅以内水保〔2014〕198 号文件对《国道 512 线丰镇至凉城段公路水土保持方案报告书》进行了批复。国道 512 线丰镇至凉城段公路于 2015 年 6 月开始施工，已于 2017 年 10 月底建成。由于项目建设过程中实际建设内容与原水土保持方案设计不符，现在本项目取土场、弃土场构成重大变更。根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定》（办水保〔2016〕65 号）（试行）第五条规定，需编制水土保持（变更）方案。

根据工程建设实际情况，原设计的路基工程增加连接线 6km，占地面积增加了 10.04hm²；取土场由原来 8 处变为 1 处，占地面积减少了 17.50hm²；弃土场由 5 处变为 3 处，占地面积减少了 4.58hm²；取、弃土场位置全部发生变动；管理服务区占地面积增加了 0.55hm²；原大中桥、立交施工场地全部未使用，拌合站及预制场由 3 处变为 4 处，位置全部发生了变化，占地面积减少了 8.35hm²；施工便道长度减少，占地面积减少了 13.46hm²；施工供电线路长度增加 0.8km，占地面积增加了 0.19hm²；根据变更内容及施工设计资料，建设单位委托我单位

编报水土保持方案修改报告书。国道 512 线丰镇至凉城段公路设计与实际建设内容对比情况详见表 2-1。水土保持变更分析详见表 2-2。

表 2-1 国道 512 线丰镇至凉城段公路设计与实际建设内容对比情况详见表

项目区	原方案批复情况			本方案			本次变化情况			水土保持措施变化情况
	占地面积 (hm ²)	土石方量 (万 m ³)	建设内容	占地面积 (hm ²)	土石方量 (万 m ³)	建设内容	增减面积 (hm ²)	增减土石方量 (万 m ³)	变更说明	水保措施调整
路基及两侧	218.35	355.27	线路全长 51.07km	226.86	349.94	主线全长 51.42km, 连接线 6km	8.51	5.33	主线增加 0.35km, 增加 6km 连接线。	骨架防护面积增加 2.06hm ² , 新增桥头防护、浆砌石防护、六棱形空心砖护面墙防护、石窗防护、防护网防护共计 6.62hm ² , 路基两侧截排水工程增加 55648m, 新增蒸发池 3 座。植物防护措施面积增加 18.23hm ² 。
管理服务区	9.66	4.76	管理服务区 1 处 (含服务区、收费站及养护工区)	10.21	7.06	管理服务区 1 处 (含服务区、收费站及养护工区)	0.55	2.30	占地面积增加 0.55hm ²	剥离表土增加 0.13 万 m ³ , 表土回覆增加 0.13 万 m ³ , 截水沟增加 52m, 绿化面积增加 2.24hm ² , 增加鱼鳞形骨架防护、蒸发池、消力池、及急流槽防护措施。
取土场	18.48	12	全线设 8 处取土场	0.98	0.20	1 处取土场, 其余均外购	-17.50	-11.8	原设计取土场均未利用, 新增 1 处取土场	取消表土剥离、上游蓄水形截水沟、增加削坡工程
弃土场	13.18	7.90	弃土场 5 处	8.60	3.89	弃土场 3 处	-4.58	-4.01	原设计的 5 处弃土场未利用, 新增加 3 处弃土场。	取消弃土场下游挡土围堰、增加削坡、土地整治、挡水围堰、排水沟、急流槽、消力池、浆砌石护坡脚防护及浆砌石挡渣墙等措施
施工场地	25.35	18.94	全线设置拌合站预制场 3 处, 桥梁施工场地 11 处	21.74	17.00	全线设置拌合站预制场 4 处, 1 处项目部为租用。	-8.35	-1.94	原设计施工场地未利用, 新增 4 处施工场地, 中、大桥利用桥位两侧路基及台背, 大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工, 待桥梁下部结束后, 将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装, 安装结束后, 桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺取消了桥梁施工场地。	位置发生变化, 措施类型不变, 措施量调整; 部分拌合站及预制场交接给原承包方, 用作其他项目开发
施工便道	18.96	5.86	全线需新修各类施工便道 32.95km	5.50	2.40	全线新修各类施工便道 9.17km	-13.46	-3.46	主体半幅施工半幅通行的施工方法, 线路纵向施工便道减少至 3km, 施工场地位置调整、取土场充分利用乡村道路、弃土场位置调整。	部分施工便道留用作为保通道路, 措施类型不发生变化。
供电线路	0.72	0.04	管理服务区线路 2.2km。预制场和拌和厂线路 2.4km	0.91	0.04	管理服务区引接线路 2.2km。预制场和拌和厂线路 3.2km	0.19	0.00	预制厂、拌合站的临时供电线长增加 0.8km,	位置发生变化, 措施类型不变, 措施量调整。
合计	304.70	404.77		270.06	380.53		-34.64	-24.24		

表 2-1 项目前后对照分析表

序号	水土保持方案变更管理规定 (试行)相关规定	原批复方案设计情况	工程实际情况	变化情况	是否存在重大变更
1	涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区的。	黄河自治区级水土流失重点治理区	黄河自治区级水土流失重点治理区	无	否
2	水土流失防治责任范围增加 30%以上的。	防治责任范围 304.70hm ²	本工程实际发生的防治责任范围 270.06hm ²	工程实际较原方案设计值减小	否
3	开挖填筑土石方总量增加 30%以上的。	原方案动土石方总量 404.77	本工程实际共用土石方总量 380.53 万 m ³	工程实际较原方案设计值减小	否
4	线型工程山区、丘陵区部分横向位移超过 300 米的长度累计达到该部分线路长度的 20%以上的。	原方案线路全长 51.07km	本工程实际主线全长 51.42km, 连接线 6km	主线增加 0.35km, 增加 6km 连接线。	否
5	施工道路或者伴行道路等长度增加 20%以上的。	原方案全线需新修各类施工便道 32.95km	本工程实际全线新修各类施工便道 9.17km	工程实际较原方案设计值减小	否
6	桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度 20 公里	原方案桥涵总长度 6048m	本工程实际桥涵总长度 6264m	工程实际较原方案增加	否
7	表土剥离量减少 30%以上的。	原方案剥离表土总量 35.76 万 m ³	本工程实际剥离表土总量 26.24 万 m ³	工程实际较原方案设计值减少了 26.62%	否
8	植物措施总面积减少 30%以上的。	植物措施防护面积 139.26hm ²	本工程植物措施防护面积 113.81hm ²	工程实际较原方案设计值减少了 18.35%	否
9	水土保持重要单位工程措施体系发生变化, 可能导致水土保持功能显著降低或丧失的。	重要单位工程: 拱形骨架防护、路基两侧截排水工程、表土剥离、绿化覆土、消力池、灌溉工程、取土场上游截水沟、弃土场下游挡水围堰、土地整治	重要单位工程: 表土剥离、绿化覆土、骨架防护、桥头防护、浆砌石护脚墙防护、六棱形空心砖防护、石窗防护、路基及两侧截排水工程防护、蒸发池、消力池、削坡、土地整治、急流槽、挡水围堰、挡渣墙	工程实际新增了桥头防护、浆砌石护脚墙防护、六棱形空心砖护脚墙防护、石窗防护、蒸发池、消力池、削坡、土地整治、急流槽、挡水围堰及挡渣墙等措施	否
10	在方案确定的弃渣场外新设弃渣场	原方案设计取土场 8 处, 弃渣场 5 处	工程实际建设设置取土场 1 处, 弃渣场 3	取弃土场位置全部发生变化	是
11	需要提高弃渣场堆渣量达到 20%以上的。				

通过对表 2-1、表 2-2 的分析, 本项目取土场、弃土场构成重大变更。根据《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定》(办水保〔2016〕65 号)(试行)第三条、第五条规定, 需编制水土保持修改报告书。

4、工程建设对比情况

(1)工程建设情况

该工程已于 2015 年 6 月开工建设，于 2017 年 10 月底建成投入使用。截止目前，主体工程已完工，主体设计水土保持措施于 2017 年 10 月底全部实施完毕，本方案针对目前现场存在的问题进行新增水土保持措施设计，以形成完整的、科学的水土保持防治体系。

①路基及两侧

原公路线路全长 51.07km，全线新建大桥 4 座、中桥 4 座、小桥 16 座、涵洞 126 道、通道桥 18 座；全线设分离立交 3 处，平面交叉 29 处。

变更情况：主线全长 51.42km（增加 0.35km），新增连接线 6km；全线新建大、中桥 10 座（增加中桥 2 座）；小桥 17 座（增加连接线 1 座），涵洞 126 道。

②管理服务区

线路全线在 K63+500 处建设管理服务区 1 处（含服务区、收费站及养护工区），占地面积 9.66hm²。

变更情况：管理服务区位置不发生变化，建设面积为 10.21hm²，较原方案增加了 0.55hm²，水土保持措施较原方案增加了鱼鳞形骨架防护、急流槽以及消力池等工程防护措施。

③取土场

原方案全线共设置取土场 8 处，其中 7 处为缓坡地取土场，1 处为山包取土场。占地面积 18.48hm²，占地类型为草地，设计取土量 112.91 万 m³。

变更情况：工程建设过程中，本工程共产生 1 处取土场，占地类型为草地，占地面积 0.98hm²，取土量 2.77 万 m³，不足部分来源于外购土及全线调运。

④弃土场

原方案全线共设弃土场 5 处，全部为缓坡地弃土场。全线路基弃土、弃渣量 58.08 万 m³，占地类型为草地，占地面积 13.18hm²。

变更情况：工程建设过程中，共形成 3 处弃土场，且位置均发生变化，主要是因为原设计弃土场位置较远，且征地等其他因素限制，固重新考虑了选址，弃土场总占地面积 8.60hm²，全部占用草地。

⑤施工场地

原方案全线共计设置施工场地 3 处，分离式立交施工场地 3 处，大桥桥梁施工场地 4 处，中桥桥梁施工场地 4 处，总占地面积 25.35hm²。

变更情况：拌合站及预制场变为 4 处，及 1 处项目部，项目部、K53+000 处拌合站及预制场、K99+500 处拌合站及预制场场地租用原有厂房，因此占地面积不计入本项目，拌合站及预制场位置全部发生变化。原设计大、中桥施工场地未利用，占地全部位于路基征地范围内，总占地面积 17.00hm²。

⑥ 施工便道

原方案全线需新修各类施工便道 32.95km，其中路基施工便道宽 7m 宽，取弃土场、施工场地施工便道宽 5.0m，供电通讯线路施工便道 4.0m，道路为砂石路面，施工便道总占地 18.96hm²。

变更情况：主体通过半幅施工半幅通行的施工方法，线路纵向施工便道减少至 3km，拌合站及预制场位置调整，取土场利用原有乡村道路，不涉及新增占地，弃土场位置调整，使得全线新修各类施工便道减少至 9.17km，其中路基施工便道宽 6m，拌合站及预制场施工便道宽 6m，弃土场施工便道宽 6m，施工便道总占地 5.50hm²，占地类型为草地和交通运输用地。

⑦ 供电线路

原方案管理服务区电源就近引自天成乡 10kV 供电线路，引接距离 2.2km。施工场地供电线路引接自场地附近 10kV 农网线路，合计引接距离 2.4km，占地面积 0.72hm²。

变更情况：管理服务区永久供电线路未变化，根据沿线施工电力设施布设情况，全线架设通往预制厂、拌合站的临时供电线长 3.2km，增加 0.8km，均从附近村庄引接。占地面积 0.91hm²。

(2) 水土保持监理、监测工作开展情况

2015 年 7 月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司及内蒙古新创环境科技有限公司开展水土保持监理及监测工作，已进行水土保持监理和监测工作。

5、线路走向及公路主要技术标准

(1) 路线走向

国道 512 线丰镇至凉城段公路建设标准为一级公路。线路起于国道 512 线口子村(蒙晋界)至丰镇段终点(桩号 K52+000)，其中丰镇市境内 3.0km，桩号为 K52+000 ~ K55+000，线路建设从 K52+000 开始新建全幅公路至 K52+600 后并入原 S102 省道，利用原 S102 省道路基加宽改造左幅，并在 S102 省道右侧新建右幅，前行至接近樊家圪

圃东侧时 (K55+250), 为了避让樊家圪台房屋建筑, 线路向北偏离, 从樊家圪台北侧新建全幅, 线路前行至樊家圪台西侧后又向南转向并入 S102 省道 (K58+970), 继续左幅利用 S102 省道路基加宽改造, 右幅新建至 K65+600 开始为了避让天成乡房屋建筑, 线路向北偏离新建全幅绕过天成乡于 K68+340 之后又并入 S102 线路后加宽改造左幅, 新建右幅至 K69+440 处, 线路开始在 S102 省道南侧布线新建全幅一级公路, 线路于大古城、小古城之间通过, 在东沙梁村前 (K76+780) 与梅岱公路相接, 利用梅岱公路作为右幅, 在梅岱公路左侧新建左幅, 沿梅岱公路前行至梅岱公路终点 (K83+900 处) 后线路沿 024 县道南侧布线, 新建全幅, 在 K84+383 处, 为了利用岱海电厂专用线箱涵, 利用 024 县道作为右幅路基的一部分加宽改造, 新建左幅至 K86+700 处后线路偏离 024 县道, 沿 024 县道南侧布线新建全幅至 K96+000 处, 线路穿过 024 县道右侧, 全幅向北偏离开 024 县道走廊, 绕过六苏木直至线路终点 (K103+421)。

连接线起点接主线起点, 通往丰镇市, 终点 LK6+000。

(2) 利用既有公路情况

本工程主线共建设长度 51.42km, 其中左侧利用 102 线改扩建长度 10.38km, 右侧利用梅岱公路长度 7.12km、利用 204 县道 2.32km, 全幅新建道路长度 31.60km, 对于利用旧路进行改扩建地段, 外侧水土保持设施不进行损坏, 对于新建道路两侧进行水土保持措施防护。利用既有线路及新建线路情况详见表 2-3。

表 2-3 利用既有线路及新建路线情况表

起讫桩号	本项目路幅设置情况	线路长度 (m)	新建全幅 (m)	新建一幅 (m)	丰镇(m)	凉城(m)
K52+000~ K52+600	新建全幅	600	600		600	
K52+600~ K55+000	左幅利用 S102 省道路基改 造建设, 右幅新建	2400	2400		2400	
K55+000~ K55+250	左幅利用 S102 省道路基改 造建设, 右幅新建	250	250			250
K55+250~ K58+970	新建全幅	3720	3720			3720
K58+970~ K65+600	左幅利用 S102 省道路基改 造建设, 右幅新建	6630	6630			6630
K65+600~ K68+340	全幅新建	2740	2740			2740
K68+340~ K69+440	左幅利用 S102 省道路基改 造建设, 右幅新建	1100	1100			1100
K69+440~ K76+780	新建全幅	7340	7340			7340
K76+780~ K83+900	右幅利用梅岱公路作为一 幅, 左幅新建	7120		7120		7120
K83+900~ K84+383	新建全幅, 整体路基	483	483			483
K84+383~ K86+700	右幅利用 024 县道路基改 造建设, 左幅新建	2317	2317			2317
K86+700~ K96+000	024 县道南侧, 新建全幅	9300	9300			9300
K96+000~ K103+421	024 县道北侧, 全幅新建	7421	7421			7421
合计		51421	44301	7120	3000	48421

(3) 技术指标

本工程线路全长 51.42km, 工程由路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、施工便道、拌合站及预制场、供电线路等组成。全线新建大桥 4 座、中桥 6 座、小桥 17 座、涵洞 126 道、通道桥 18 座; 全线设分离立交 3 处, 平面交叉 29 处, 全线在 K63+500 处新建管理服务区 1 处, 架设管理服务区供电线路 2.2km。施工过程中设置弃土场 3 处、取土场 1 处, 拌合站及预制场 4 处, 修建临时施工便道 9.17km, 架设施工供电线路 3.2km。国道 512 线丰镇至凉城段公路特性如表 2-4。主要技术经济指标见表 2-5。

表 2-4 公路主要技术经济指标表

指标名称	单位	主线	连接线
		一级公路	二级公路
设计速度	km/h	80km/h	80km/h
建设里程	km	51.42	6
路基宽度	m	24.5	10
行车道宽度	m	4×3.75	2×3.75
路拱横坡	%	1.5	1.5
桥面净宽		路基同宽	路基同宽
荷载等级		公路-I级	公路-II级
设计洪水频率		1/100	1/100

表 2-5 国道 512 线丰镇至凉城段公路特性表

一、总体概况						
项目名称	国道 512 线丰镇至凉城段公路					
工程性质	新建建设类项目					
建设地点	内蒙古自治区乌兰察布市丰镇市、凉城县					
建设单位	呼市至凉城至丰镇（口子村）公路建设管理办公室					
建设规模	主线线路长 51.42km，连接线长 6km					
工程总投资	总投资 11.62 亿元，其中土建费 8.20 亿元					
工程建设期	2015 年 6 月~2017 年 10 月，总工期 29 个月。					
二、本项目总占地情况						
项 目	单位	永久占地	临时占地	合计		
路基及两侧	主线	hm ²	200.70	15.12	215.82	
	连接线	hm ²	11.04		11.04	
	小计	hm ²	211.74	15.12	226.86	
管理服务区	hm ²	10.21		10.21		
取土场	hm ²		0.98	0.98		
弃土场	hm ²		8.60	8.60		
拌合站及预制场	hm ²		17.00	17.00		
施工便道	hm ²		5.50	5.50		
供电线路	hm ²	0.01	0.90	0.91		
合计	hm ²	221.96	48.10	270.06		
三、建设期工程土石方工程量						
项目	单位	挖填土石方总量	挖方	填方	外借	弃方
路基及两侧	万 m ³	349.94	183.33	166.61	44.89	60.96
管理服务区	万 m ³	7.06	3.53	3.53		
取土场	万 m ³	0.20		0.20		
弃土场	万 m ³	3.89	1.72	2.17		
拌合站及预制场	万 m ³	17.00	8.50	8.50		
施工便道	万 m ³	2.40	1.20	1.20		
供电线路	万 m ³	0.04	0.02	0.02		
合计	万 m ³	380.53	198.30	182.23	44.89	60.96

注：项目施工用砂、石料全部外购。

2.1.2 项目组成及布置

国道 512 线丰镇至凉城段公路包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌

合站及预制场、施工便道及供电线路。项目总体布置详见附图。

2.1.2.1 路基及两侧

1、路基工程

(1) 主线路基标准横断面

本工程新建主线为一级公路 51.42km，路基宽度 24.5m，按双向四车道一级公路标准设计，设计行车速度 80km/h，其中中央分隔带宽 2.0m、行车道 4×3.75m、硬路肩 2×2.50m、路缘带 2×0.50m、土路肩 2×0.75m，路基断面详见图 2-1、2-2 及图 2-3。

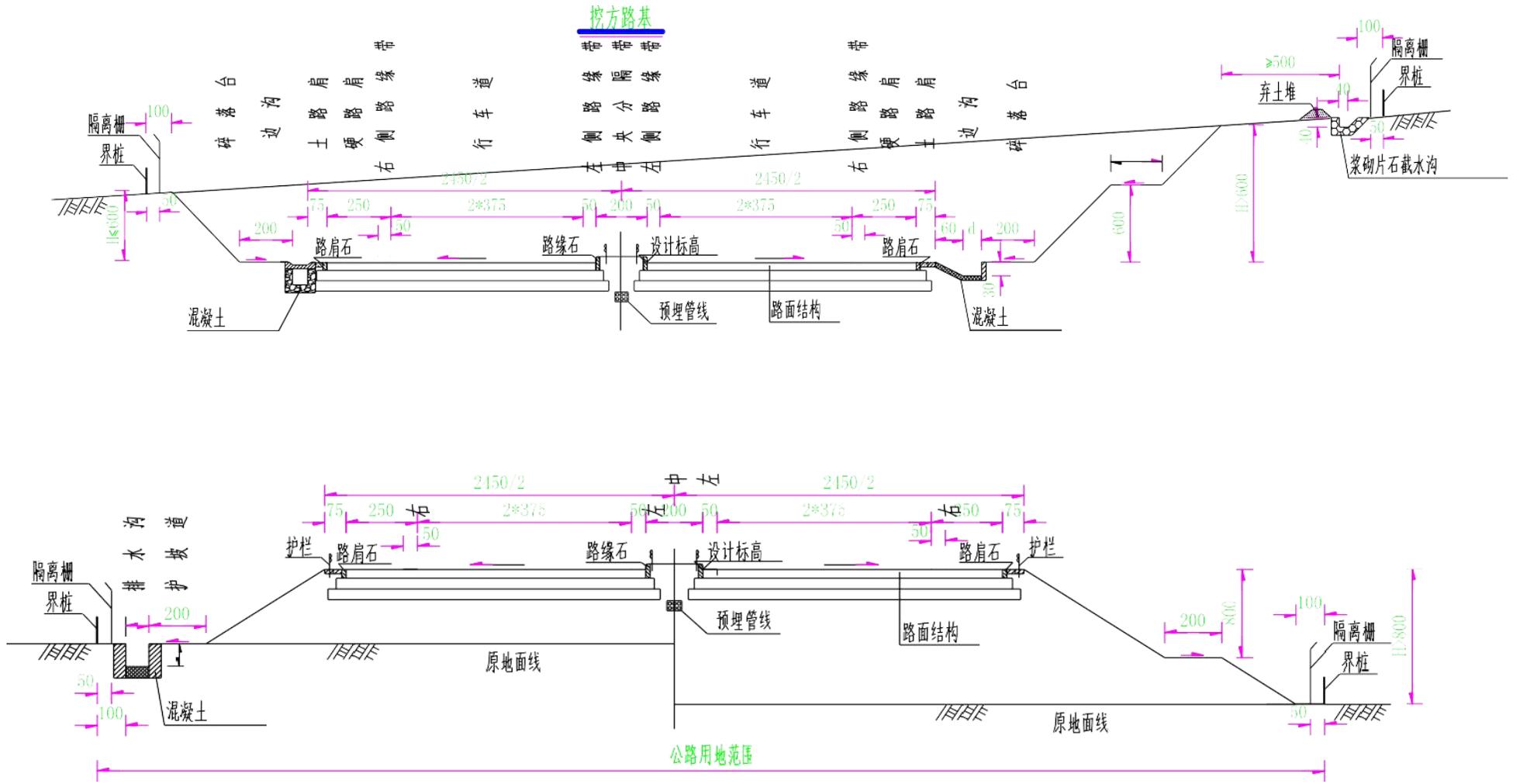
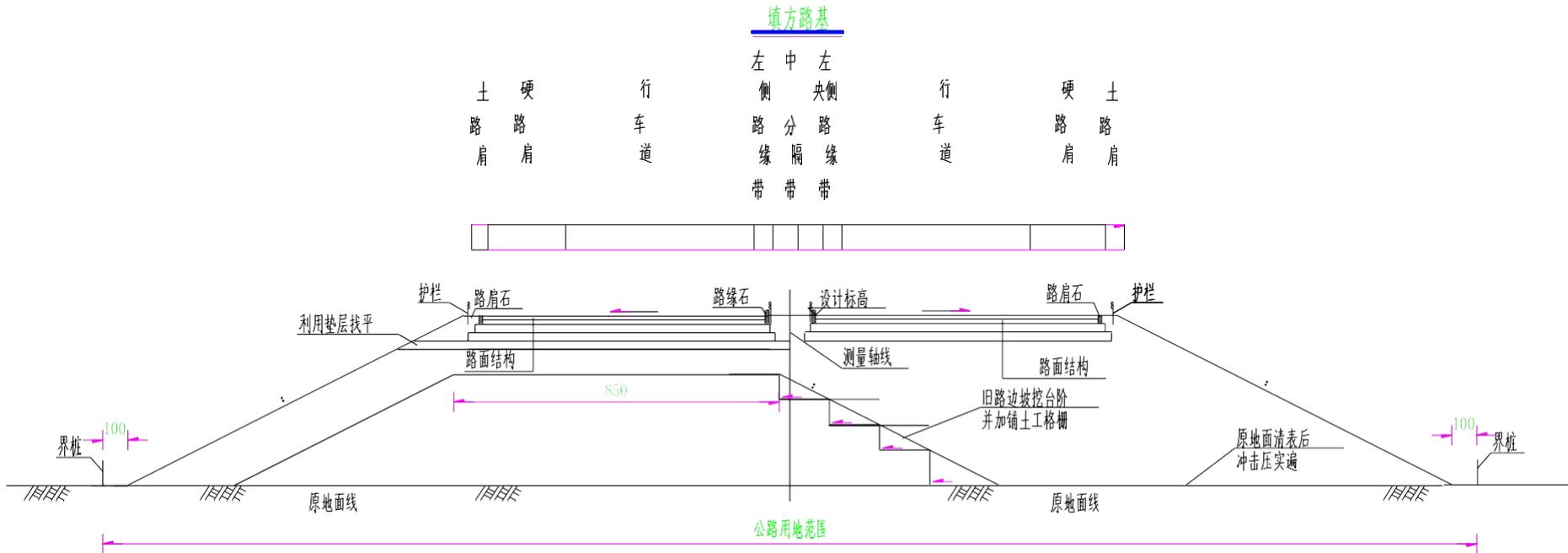
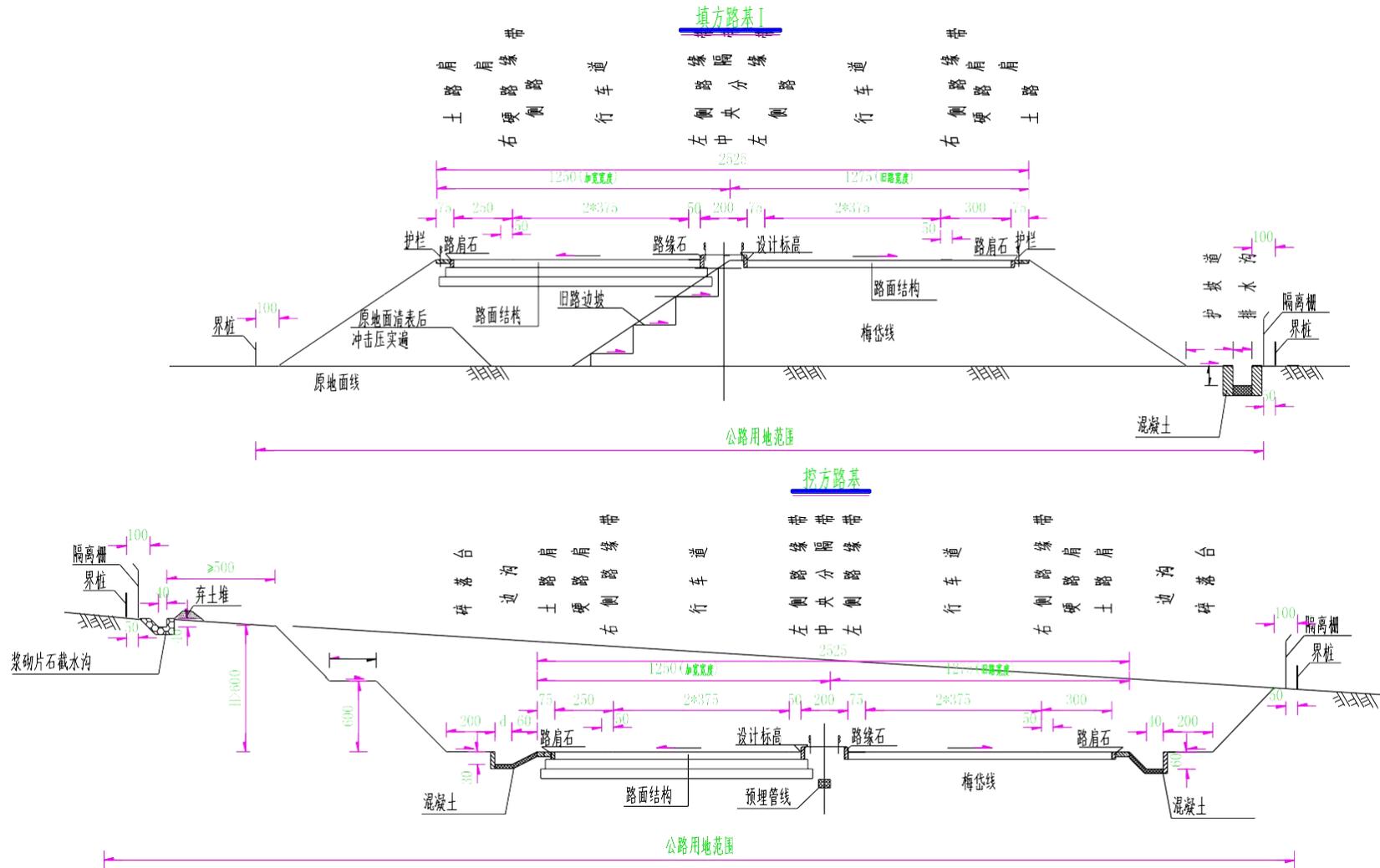


图 2-1 全幅新建段路基标准断面图



注 1. 本图尺寸均以厘米计。本图适用于利用S102线8.5m宽路基断面加宽为24.5m宽路基断面。

图 2-2 利用S102线路（024县道）路基加宽作为一幅段路基标准断面图



注

1. 本图尺寸均以厘米计。本图适用于利用梅岱线作为右幅新建左幅的路基断面。

图 2-3 利用梅岱线作为一幅段路基标准断面图

(2) 连接线标准横断面

本工程新建连接线按二级公路双向两车道标准建设，行政区隶属于丰镇市，最大填高为 3.2m，桩号为 K0+395，最大挖深为 7.6m，桩号为 K0+720，挖方路段起止桩号为 LK0+460 ~ LK2+180，LK3+580 ~ LK3+880，挖方路段长 2.02km，其余路段为填方路段，填方路段长 3.98km。连接线长度 6.0km，路基宽度 10m，设计行车速度 60km/h，其中行车道 2×3.75m、路缘带 2×0.50m、土路肩 2×0.75m。

(3) 路基高度

国道 512 线丰镇至凉城段全长 51.42km。全线路堑段长度 9.12km，最大挖深 18.33m（桩号为 K67+000），路堤长度 39.89km，最大填高为 8.54m（桩号为 K52+000），桥梁总长度 2.41km。

(4) 路基边坡坡率

①填方边坡：路堤边坡高度小于等于 8m 时，边坡坡率采用 1: 1.5；填方高度大于 8m 时，路堤边坡由上至下每隔 8m 设置 2m 宽边坡平台，填方边坡坡率由上至下 0 ~ 8m 采用 1:1.5，8 ~ 16m 采用 1:1.75，16m 以下采用 1:2.0。

②挖方边坡：根据挖方段的土石情况确定挖方段的边坡坡率，一般土质、强风化破碎岩石路段边坡坡率采用 1:1.0；弱风化不整岩石路段挖深小于等于 12.0m 时边坡坡率采用 1:0.70，挖深大于 12.0m 时，边坡坡率采用 1:1.0；对于挖方为微风化完整岩石路段，微风化完整岩石边坡坡率采用 1:0.5。挖深大于 6m 时，每隔 6m 设 2m 宽的边坡平台。

(5) 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，同时重点考虑了环境景观相协调的要求。

①路堤段防护

填方边坡高度 $H \leq 2.5\text{m}$ 的边坡，考虑到降雨量较小，坡体稳定较好，采用边坡种草防护；填方边坡高度 $4.0\text{m} > H > 2.5\text{m}$ 时，采用鱼鳞形骨架内种草进行防护；填方路基边坡高度 $H > 4.0\text{m}$ 时，采用拱形骨架内种草护坡形式进行防护；桥头路段考虑到稳定性，经河流部分区域采取浆砌片石桥头防护的方式进行。对于高填方路段，路基两侧护坡道平台及边坡种草防护。

②路堑段防护

土质挖方坡面并在坡脚设置 M10 浆砌片石加固带，坡面穴栽柠条苗，碎落台采用六棱空心砖内种草防护；挖方较大的全风化、强风化岩质边坡，坡面破碎，根据边坡高

度设置一级或两级 M10 浆砌片石窗孔式护面墙防护、窗孔内空心六棱砖种草防护；岩质深路堑段，采用防护网护坡。

(6) 路基排水防护

① 路基排水

设计重现期：路基排水按《公路排水设计规范》规定的方法进行计算，设计标准为 15 年一遇。

边沟：一般挖方地段采用浅碟形边沟，浅碟形边沟采用 C25 混凝土预制块拼砌，底部设置 10cm 厚砂砾垫层；经过村镇路段采用矩形盖板边沟，矩形盖板边沟沟壁、底部采用 C25 混凝土现浇，钢板采用 C25 混凝土预制。浅碟形边沟深 30cm，宽 180cm，矩形边沟深 60cm，宽 40cm，上盖 12cm 厚 C25 混凝土盖板，两侧各设置 10cm 砂浆抹面。

排水沟：当路线经过地表起伏较大地段时，为防止坡面水冲刷路堤坡脚，在路堤坡脚设置排水沟，将有害水引离路基，排水沟采用矩形断面。矩形排水沟：深 60cm，宽 60cm，浆砌片石厚度 35cm，下设 10cm 砂砾石垫层。

截水沟：对于路堑边坡大于 2m，地表坡面水汇流较大、较集中路段路堑坡顶 5m 外开挖截水沟。截水沟采用梯形断面，深 40cm，宽 40cm，截水沟沟壁采用浆砌片石砌筑，厚度 35cm，下设 10cm 砂砾石垫层。

挡水埝：为了保护耕地，在经过耕地路段修筑挡水埝，挡水埝采用梯形断面，为土质结构，其断面尺寸为顶宽 20cm，高 40cm，边坡比为 1:1。

平台排水沟：路堑边坡大于 6m 地段，为了保证路基两侧边坡平台的稳定，进行边坡分级，在分级平台内修筑矩形平台排水沟，平台排水沟采用矩形断面，深 60cm，宽 60cm，浆砌片石厚度 30cm，下设 10cm 砂砾石垫层，并顺接至路基边坡急流槽。

表 2-6 路基两侧截排水工程分布情况表

起止桩号	路基长度 (m)	工程名称	工程项目						占地面积 (hm ²)
			矩形边沟 (m)	浅碟形边沟 (m)	截水沟 (m)	平台排水沟 (m)	排水沟 (m)	挡水埝 (m)	
K52+000 ~ K55+000	3000	矩形边沟	0						0
		浅碟形边沟		0					0
		截水沟			0				0
		平台排水沟				0			0
		排水沟					0		0
		挡水埝						0	0
K55+000 ~ K103+421	48421	矩形边沟	2070						0.17
		浅碟形边沟		15635					2.81
		截水沟			4101				0.47
		平台排水沟				3470			0.21
		排水沟					3849		0.5
		挡水埝						38400	3.84
小计	51421		2070	15635	4101	3470	3849	38400	8
LK0+00 ~ LK6+00	6000	矩形边沟	7860						0.63
		截水沟			950				0.11
		排水沟					240		0.03
		挡水埝						5400	0.54
小计	6000		7860	0	950	0	240	5400	1.31

②路面排水

路面排水包括：一般路段路面排水、急流槽及蒸发池三部分组成。

A、一般路段路面排水

对于填高小于 2.5m 的一般填方路段路面排水采用自然散排的方式进行。

B、急流槽

对于填高大于 2.5m 的一般路段，超高段内侧及凹形竖曲线底部路面排水采用集中式排水方式。边坡急流槽一般情况每隔 25 设置一处，有超高的路段、凹曲线底部每隔 15m 设置一处，由设置于路肩部分的集水槽，然后通过急流槽排离路基。

C、在 K76+200，K85+680 左右两侧共设置三处蒸发池，主要针对该段路面排水条件不良，进行引排路面积水。

(7) 特殊路基处理

本工程共存在 7.56km 不良地段，对不良地段进行换填及挖除等处理措施，各不良地段起讫桩号、长度及处理详见表 2-7。

表 2-7 不良地质地段及处理情况表

起讫桩号	长度 (m)	不良状况	处理措施	挖方 m ³	填方 m ³
K53+500 ~ K53+740	240	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	2956.8	2956.8
K55+100 ~ K55+180	80	生活垃圾	挖除生活垃圾回填土方	652	652
K69+160 ~ K69+300	140	淤泥质粘土及低液限粘土，地势低洼，含水量高	地表以下换填 100cm 石渣，再填筑 50cm 石渣	4147.5	4147.5
K69+540 ~ K69+600	60	淤泥质粘土及低液限粘土，地势低洼，含水量高	地表以下换填 100cm 石渣，再填筑 50cm 石渣	2002.5	2002.5
K74+140 ~ K74+400	260	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	6968	6968
K74+360 ~ K74+660	300	矿区废渣区	挖除废渣至原地面，部分翻松碾压，部分为弃方	31200	31200
K83+900 ~ K93+960	60	基底为建筑垃圾及生活垃圾	挖除建筑垃圾及生活垃圾	261	261
K84+140 ~ K84+290	150	低液限粘土，地势低洼，含水量高	地表以下换填 100cm 石渣，再填筑 50cm 石渣	3273.8	3273.8
K84+740 ~ K84+770	30	清理杂填土	挖除建筑垃圾及生活垃圾	186.3	186.3
K84+890 ~ K84+930	40	清理杂填土	挖除建筑垃圾及生活垃圾	258	258
K84+930 ~ K85+090	160	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	2598.4	2598.4
K85+090 ~ K85+200	130	清理建筑垃圾及生活垃圾	挖除建筑垃圾及生活垃圾	752.7	752.7
K87+500 ~ K87+680	180	清理生活垃圾	挖除生活垃圾	636	636
K88+900 ~ K89+000	100	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	424	424
K89+120 ~ K89+200	80	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	1318.4	1318.4
K89+800 ~ K89+880	80	清理生活垃圾	挖除生活垃圾	360	360
K95+540 ~ K95+740	200	低液限粘土，地势低洼，含水量高	清表后路基填筑 80cm 石渣	4464	4464
K96+800 ~ K97+080	280	下湿地，淤泥质粘土及低液限粘土，地势低洼，含水量高	地表以下换填 100cm 石渣，再填筑 50cm 石渣	13041	13041
K97+080 ~ K97+720	640	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 50cm 石渣	10222.5	10222.5
K97+720 ~ K97+800	80	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 80cm 石渣	2150.4	2150.4
K97+800 ~ K98+900	1040	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 50cm 石渣	18562.5	18562.5
K98+900 ~ K99+180	280	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 80cm 石渣	6942	6942
K99+180 ~ K100+400	1220	表层素填土，下部为粉质粘土，长期积水，地基承载力较低	填筑 80cm 片石，然后填筑 50cm 石渣	63975.6	1154688
K100+400 ~ K100+700	287	下湿地，淤泥质粘土及低液限粘土，地势低洼，含水量高	地表以下换填 150cm 石渣，再填筑 50cm 石渣	29947.5	29947.5
K100+700 ~ K101+300	520	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 50cm 石渣	9377.3	9377.3
K101+300 ~ K101+500	200	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 80cm 石渣	5440	5440
K101+500 ~ K101+700	187	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 50cm 石渣	2949.9	2949.9

2 项目概况

K101+700 ~ K102+090	390	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 80cm 石渣	9921.6	9921.6
K102+570 ~ K102+730	147	低液限粉土，基底含水量高，地下水位高，毛细水易上升路段	清表后路基填筑 50cm 石渣	4467.2	4467.2
合计	7561			239456.9	1330169.3

(8) 中央分隔带

本公路工程新建全幅公路，中间设中央隔离带，中央隔离带宽 2.0m，除去桥梁及中央分隔带过水槽外，中央分隔带长 48.86km，总占地面积 9.77hm²，其中硬化占地 0.63hm²，绿化区域占地 9.14hm²。

(9) 公路征地范围

填方段路基按两侧排水沟外边缘（无排水沟时为路堤坡脚）以外 1.0m 计算征占地范围，路堑段按坡顶截水沟（无截水沟时为坡顶）以外 1.0m 计算征占地范围。

(10) 分离式路基

受居民住户影响，为了减少公路建设费用，本工程在 K84+383.938 ~ K86+699.191 采用分离式路基的布置方式，分离式路基共计长度 2312.253m。其中 K84+383 ~ K85+500 段两路基中间为原公路林带，防护面积 1.18hm²，K85+500 ~ K86+020 段两路基中间为建筑物，建筑物拆迁为自主拆迁，砖瓦等建筑材料居民自行运走，其余建筑垃圾全部用于路基回填，占地面积 0.82hm²；K86+020 ~ K86+669 段两路基中间为草地，目前施工单位已进行撒播种草恢复植被，植被建设面积已包含在路基两侧边坡撒播种草区域内，共撒播种草 1.80hm²。

(11) 表土堆放区

为了便于后期路基两侧植被恢复，对路基进行表土剥离，剥离的表土临时堆放在路基两侧绿化区域，表土共堆放 24 处，每处堆土长 900m，宽 7m，堆高 3m，临时撒播草木樨进行临时防护，总占地面积 15.12hm²。

2、路面工程

路面采用沥青路面，分别采用碎石及砂砾做基垫层基料。

路面结构选择沥青混凝土柔性路面，对于基层类型，采用水泥稳定碎石作为基层及底基层；垫层采用风化碎石土。

3、桥涵工程

采用技术标准：

新建桥梁设计荷载：公路---I级；

新建桥梁设计洪水频率：1/100；

地震基本烈度：7度，地震动峰值加速度：0.10g；

桥梁宽度：新建大中桥：（2×0.5m 防撞墙+净宽 10.25m）小桥涵：与路基同宽，其它指标按交通部《公路工程技术标准》（JTGB01-2003）的规定执行。国道 512 线丰镇

至凉城段全线新建大、中桥 10 座，总长 1320m；小桥 17 座，总长 502m，涵洞 126 道。大中桥建设情况见表 2-8 和 2-9，小桥及涵洞建设情况见表 2-10 和表 2-11。

表 2-8 大、中桥特性表

所属行政区	中心桩号	河名或桥名	被交叉对象	交角(度)	孔数-孔径 (孔-×米)	桥面宽度 (m)	桥长(m)	桥面面积 (m ²)	结构型式			
									上部构造	下部构造		基础
										墩	台	
丰镇	K52+477	西十八台大桥	河流	135	8--30	2×12	247	5928	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	肋式台桩基础	钻孔灌注桩
凉城	K56+925	二十八号中桥	河流	75	3--20	2×12	66	1598	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台、肋式台桩基础	钻孔灌注桩
	K64+915	康乐庄中桥	河流	75	3--13	2×12	44	1054	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K70+107	天成北中桥	河流	90	3--20	2×12	67	1598	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K71+855	小古城中桥		90	3--20	2×12	67	1598	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	肋式台桩基础	钻孔灌注桩
	K77+246	石门水库大桥		90	18--20	1×12	367	4399	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K80+893	双古城中桥		90	3--13	1×12	44	527	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K83+517	步量河大桥		90	12--20	1×12	247	2959	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K86+754	九苏木大桥		90	5--20	1×12	107	1279	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
	K97+590	和胜庄中桥		135	3--20	2×12	67	1598	预应力砼连续箱梁	柱式墩、桩基	柱式台	钻孔灌注桩
合计							1320	22539				

表 2-9 小桥特性表

行政区划	中心桩号	河名或桥名	被交叉对象	交角(度)	孔数-孔径(孔×米)	桥长(m)	桥面宽度(m)	桥面面积(m ²)	结构型式			
									上部构造	下部构造		基础
										墩	台	
丰镇	K54+852	1号小桥	河流	90	1×08	15.5	24	372	钢筋混凝土矩形现浇板		薄壁桥台	桩基础
	K56+885	2号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K58+320	3号小桥	河流	90	1×13	20.5	24	492	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K61+015	4号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K61+800	5号小桥	河流	90	1×13	20.5	24	492	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K64+955	6号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K74+860	7号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K80+600	8号小桥	河流	90	2×13	33.5	12	402	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K82+400	9号小桥	河流	90	2×13	33.5	12	402	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K84+600	10号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K87+690	11号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K88+040	12号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K91+715	13号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K94+020	14号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K95+445	15号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
	K100+200	16号小桥	河流	90	2×13	33.5	24	804	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础
合计						492		11004				
丰镇	LK3+203	连接线小桥	河流	90	1×08	10	10	100	预应力砼空心板	柱式墩	薄壁桥台	桩基础

表 2-10 涵洞特性表

行政区划	序号	起讫桩号	涵洞(道)		涵洞(道)	
			暗盖板涵(1-4m)		暗盖板涵(1-2m)	
			道数	涵长	道数	涵长
丰镇	1	K52+000 ~ K55+000	2	61	5	152.5
	2	K55+000 ~ K63+500	8	244	15	457.5
凉城	3	K63+500 ~ K66+500	2	61	2	61
	4	K66+500 ~ K82+300	15	457.5	22	671
	5	K82+300 ~ K88+083	8	244	13	396.5
	6	K88+083 ~ K103+070	14	427	20	610
合计			49	1494.5	77	2348.5

表 2-11 线路沿线分离式立交桥技术指标表

行政区划	中心桩号	被交叉对象名称	交叉方式	交角 (度)	设计荷载	孔数-孔径 (孔-×米)	桥面宽度 (米)	桥长 (米)	桥面面积 (m ²)	结构型式			
										上部构造	下部构造		基础
											墩	台	
丰镇	K52+350	准通铁路	主线上跨	90	公路—Ⅰ级	5×20	24	107	2568	预应力连续箱梁	柱式墩	肋式台	桩基础
凉城	K85+428	岱海电厂专用线	主线下穿	90	公路—Ⅰ级	1×16	12	16	192	顶推箱涵	柱式墩		
	K99+636	S209线	主线上跨	90	公路—Ⅰ级	5×20	24	107	2568	预应力连续箱梁	柱式墩	肋式台	桩基础
合计								230	5328				

表 2-12 线路沿线通道桥技术指标表

行政区划	中心桩号	交角 (°)	孔数-孔径 (孔-×米)	被交叉道路名称	桥面宽度 (m)	桥长 (m)	桥面面积 (m ²)	结构型式			
								上部构造	下部构造		基础
									墩	台	
丰镇	K53+750	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
凉城	K55+160	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K56+139	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K57+055	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K63+016	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K65+275	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K66+695	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K68+220	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K70+055	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K74+125	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K77+923	90	1×13	乡村道路	12	20.5	246	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K84+000	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K87+973	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K90+839	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K91+879	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K94+619	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
	K97+485	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础	
K98+838	90	1×13	乡村道路	24	20.5	492	预应力混凝土空心板	薄壁桥台	桩基础		
合计						369	8610				

表 2-13 线路沿线平交工程数量表

序号	起止桩号	被交叉公路等级	交叉形式	路基宽度 (m)	数量 (处)
1	K52+000 ~ K103+070	一级一幅	渠化平交	12.75	1
2	K52+000 ~ K103+070	二级	渠化平交	12	1
3	K52+000 ~ K101+000	二级	加铺转角	12	2
4	K52+000 ~ K101+000	三级	加铺转角	8.5	4
5	K52+000 ~ K101+000	大车道	加铺转角	6	21
	合计				29

2.1.2.2 管理服务区

线路全线在 K63+500 处建设管理服务区 1 处 (包含服务区、收费站及养护工区)。

收费站设置于 K63+500 主线路基上, 占地面积已包含在路基征占地范围内, 因此本方案收费站不新增征占地。

养护工区位于收费站北侧, 建设地位于缓坡地上, 占地面积 4.41hm², 其中包括两处门房, 每处占地面积 40m², 收费综合楼一处, 占地面积 930m², 附属用房位于综合楼北侧, 占地面积 420m², 养护工区综合楼位于综合收费楼西侧, 占地面积 560m², 养护工区机械库位于养护工区综合楼北侧, 占地面积 480m², 道路及硬化区占地面积 1.36hm², 绿化区占地面积 2.73hm²。

服务区位于养护工区西侧, 南北侧各设置一处, 服务区共计占地 5.80hm², 其中包括两处汽修车库各 450m²、两处加油岛各 1000m²、两处餐厅超市各占地 1480m²、两处卫生间各占地 400m², 道路及硬化区总占地面积 3.91hm², 绿化面积 1.05hm²。北侧服务区围墙外设置土质截排水沟 300m, 南侧服务区围墙外西侧、南侧填方边坡设置鱼鳞形骨架对填方边坡进行防护, 防护面积 0.14hm², 防护高度约为 3m。

竖向布置:

经现场实地调查, 管理服务区总体地势呈北高南低, 原地貌场地标高在 1319 ~ 1327m 之间, 场平后标高在 1322 ~ 1326m, 场平后坡度为 3‰, 总体地势呈北高南低, 为了便于保护管理服务区不受坡面汇集的洪水冲刷, 在养护工区北侧设置浆砌石截排水沟及土质截排水沟, 浆砌石截排水沟长 322m, 采用矩形断面, 断面宽 0.8m, 土质截排水沟长 300m, 采用梯形断面, 边坡比为 1: 1, 上底宽 1m, 深 40cm, 养护工区内设置排水沟长 130m, 断面采取矩形断面, 断面宽

0.8m，将养护工区内雨水排入到蒸发池中，蒸发池尺寸为 20m × 10m × 3m 最后利用抽水泵排出场地外。

在南侧服务区围墙外西侧、南侧边坡设置急流槽 80m，采用矩形断面，断面宽 0.8m，通过自然汇集后将南侧服务区厂区汇水通过急流槽排出场地外，在急流槽底部设置消力池，消力池采用浆砌石混凝土结构，共设置消力池 13 座，采用矩形断面，消力池尺寸为长 1m × 宽 1m × 深 0.6m。坡面水流通过消力池消能后，自然散排到服务区南侧林地内。

表 2-14 管理服务区占地技术指标表

行政区划	桩号	场地名称	场地占地面积 (hm ²)
凉城	K63+500	建筑物占地	0.91
		道路及硬化区占地	5.27
		蒸发池占地	0.02
		截排水沟占地	0.07
		急流槽及消力池占地	0.01
		鱼鳞形骨架防护占地	0.14
		绿化占地	3.78
合计		10.21	

2.1.3 供电系统

为满足公路运行期管理服务区内设施的用电与通讯需求，共计架设永久供电通讯线路 2200m，共架设水泥杆 88 基，每处砼杆永久占地按 1m² 计，施工扰动区按每基 38.25m²，电源就近引自天成乡 10kV 供电线路。本项目采用开放式收费制式，收费站不与其他高速公路联网，故本项目通信系统不设置干线网和接入网系统，仅设置控制交换系统以满足日常的业务管理需求，沿线移动通讯网络已覆盖项目区，满足项目施工通讯的联系。布设情况详见表 2-15。

表 2-15 供电线路布设及占地面积表

名称	线路长 (m)	占地面积(m ²)			占地类型
		杆基占地	施工区	合计	
管理服务区	2200	88	3366	3454	草地

2.1.4 供排水工程

沿线地下水水源丰富，施工过程中利用沿线城镇用水、自井水，养护工区给水水源利用场内深水井。

本工程污水均为生活污水，生活污水经过化粪池预处理后，用于场内绿化区灌溉。

2.1.5 通信系统

随着当前电信业的发展，移动、联通、网通的通讯网络已覆盖整个项目区，不另行配置。

2.2 施工组织

施工组织主要包括施工生产和生活区，施工道路，施工用水、用电、弃土场的布设情况及水土保持相关工程的施工方法及工艺。施工所需砂石料全部从卓资县十八台镇永旺砂石料厂外购，砂石料外购合同见附件。

2.2.1 拌合站及预制场

全线共设拌合站及预制场 4 处，其中 2 处为租用场地，剩余 2 处总占地 17.00hm² 及 1 处项目部，项目部租用原有厂房，占地面积不计入本工程。K53+000 处拌合站及预制场为原有场地，租赁结束后对场地进行清理，并已办理移交手续，K99+500 处拌合站及预制场租用原有场址，原即为拌合站，施工结束后归还给业主，因此占地面积不计入本工程，路基、桥梁及涵洞施工严格控制在路基征地范围内，中、大桥采用桥位两侧路基及台背，大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。因此中、大桥不另行单独开辟施工场地。拌合站及预制场特性表详见表 2-16。

表 2-16 拌合站及预制场特性表

序号	桩号	位置	名称	数量 (处)	面积 (hm ²)	占地类 型	备注	现状
1	K53+000	左侧 500m	拌合站、 预制场	1		耕地	原有场地，部 分新增	租赁结束、已撤 场，场地已清理 及移交
2	K64+500	右侧临路	项目部			交通运 输用地	原有厂房（租 用）1.44hm ²	目前已清理及 移交
3	K65+500	右侧 700m	拌合站、 预制场	1	4	林地		恢复林地
4	K88+500	右侧 1000m	拌合站、 预制场	1	13	草地		恢复草地
5	K99+500	左侧临路	拌合站、 预制场	1		交通运 输用地	原有场址，原 即为拌合站	租赁结束、已撤 场及完成移交手 续
小计				4	17			

2.2.2 施工道路

为了便于公路施工，沿线土石方调配，以及所需砂、石料、预制件等建构筑材料的运输，施工机械设备的进出，在充分利用项目区附近各种道路的基础上，全线修建各类施工便道共计 9.17km，其中路基施工便道宽 6m，拌合站及预制场施工便道宽 6m，弃土场施工便道宽 6m，施工便道总占地 5.50hm²，占地类型为草地和交通运输用地。施工便道设置情况详见表 2-17。

表 2-17 全线施工便道修建情况表

项目	长度 (m)	宽度 (m)	占地 (hm ²)	备注	占地类型	
路基施工便道	5000	6	3.00	恢复植被	草地	
拌合 站及 预制 场便 道	K53+000	550	6	0.33	留用拌合站出行	交通运输用地
	K65+500	720	6	0.43	占用原乡村道路，留用村民出行	交通运输用地
	K88+500	2100	6	1.26	占用原乡村道路，留用村民出行	交通运输用地
	小计	3370		2.02		
弃土 场便 道	K57+300	560	6	0.34	恢复植被	草地
	K58+200	235	6	0.14	恢复植被	草地
	小计	795		0.48		
合计	9165		5.50			

2.2.3 施工用水、用电

公路施工用水采用购买方式解决。沿线地下水较丰富，灌溉机井、生活供水设施分布较均匀，满足施工需要。

根据沿线施工电力设施布置情况，全线架设通往预制厂、拌合站的临时供电线长 3.2km，每处砼杆永久占地按 1m²计，施工扰动区按每基 38.25m²，均从附

近村庄引接。施工供电线路长度及占地面积情况见表 2-18。目前施工供电线路已全部拆除，并恢复植被。

表 2-18 施工供电线路布设及占地情况表

名称	线路长 (m)	占地面积(m ²)			占地类型	
		杆基占地	施工区	合计		
拌合站及预制场	K53+000	600	32	1224	1256	草地
	K65+500	1000	40	1530	1570	草地
	K88+500	1000	40	1530	1570	草地
	K99+500	600	32	1224	1256	草地
合计	3200	144	5508	5652		

2.2.4 取土(石、砂)场

根据工程建设需要，工程建设共设置 2 处取土场，其中 1 位于脑包村，中心点坐标为东经：112° 27' 36.67"，北纬 40° 26' 29.87"，占地面积 0.98hm²，占地类型为草地，地形较为平坦，开采过程中边坡比为 1: 2，平均挖深 3.0m，开采量 2.77 万 m³，取土场处有乡间道路，施工便利。无需修筑施工便道，另一处通过凉城县六苏木（主线 K74+600）原有矿业公司三宝石材矿业进行购买，主要利用矿区开采过程产生的废弃土石方，拉运距离不足 50m，所产生的水土流失防治责任由凉城县六苏木（主线 K74+600）原有矿业三宝石材矿业业主负责，购买协议见附件，防治责任不纳入本工程占地范围内。

表 2-19 取土场占地及基本情况一览表

取土场编号	经度	纬度	均长 (m)	均宽 (m)	挖深 (m)	边坡比	占地面积 (hm ²)	取土量 (万 m ³)
1	112°27'36.67"	40°26'29.87"	210	46.5	3.0	1: 2	0.98	2.77

2.2.5 弃土(石、渣)场

根据工程实际需要，单独设置弃土场 3 处，均为 4、5 级渣场，其中 4 级渣场 2 处，5 级渣场 1 处，本工程弃土场共计占地 8.60hm²，弃土量 60.96 万 m³。

①K57+300 弃土场占地 4.10hm²，弃土 29.46 万 m³，4 级弃土场，弃土场地形为坡顶和坡面，顶部共形成 4 级平台，各级平台标高分别为 1275m、1288m、1295m 和 1302m，弃土最大高差约为 31m，平均弃土高度 7m，边坡坡比为 1:1.4，弃土场周边汇水面积 0.1km²。弃土场南侧距离本公路 200m，西侧坡脚至最近的居民点 100m。弃渣类型主要为花岗岩，根据《国道 512 线丰镇至凉城段公路两

阶段初步设计》报告，K57+300 处弃土场地质岩体性质为花岗岩，目前本弃土场已进行了表土剥离、削坡、绿化覆土、土地整治、修筑排水沟、修筑急流槽及消力池、挡水围埂等防护措施，对平台及边坡已实施了造林种草及补植补种等绿化措施，植被生长良好。

②K58+200 弃土场占地 3hm^2 ，弃土 21 万 m^3 ，4 级弃土场，弃土场地形为坡顶和坡面，整体呈东高西低，堆弃后形成边坡，顶部形成 2 个平台，平台标高分别为 1298m、1276m，弃土最大高差约为 26m，平均弃土高度 7m，边坡坡比约为 1:1.4，弃土场周边基本无汇水面积。弃土场南侧距离本公路 60m。弃渣类型主要为花岗岩，根据《国道 512 线丰镇至凉城段公路两阶段初步设计》报告，K57+300 处弃土场地质岩体性质为花岗岩，目前本弃土场已进行了表土剥离、削坡、绿化覆土、土地整治、修筑排水沟、修筑急流槽及消力池、挡水围埂等防护措施，对平台及边坡已实施了造林种草及补植补种等绿化措施，植被生长良好。

③LK00+800 弃土场占地 1.5hm^2 ，弃土 10.50 万 m^3 ，5 级弃土场，弃土场为沟头型弃土场，整体呈东高西低，弃土占用沟头部分，原沟道比降为 5%，沿沟道由沟底向沟头堆弃，堆弃后形成边坡，顶部形成一个平台，平台和本公路同高，平台标高为 1288m，弃土最大高差约为 8m，平均弃土高度 7m，边坡坡度约为 1:2。弃土场南侧紧临本工程，弃渣类型主要为花岗岩，目前本弃土场已进行了表土剥离、削坡、绿化覆土、土地整治、等防护措施，对平台及边坡已实施了造林种草及补植补种等绿化措施，植被生长良好。同时对占用河道部分已清理完成，不影响上游流水汇入沟道中。

弃土场实际设置情况详见表 2-20。弃土场弃土后无人机航拍图详见附图。

表 2-20 线路沿线弃土场基本情况表

行政区划	位置		占地类型	弃土量 (万 m ³)	弃土高度(m)		弃土场占地 面积 (hm ²)	弃土场 地形	上游汇水 面积(km ²)	弃土堆置方式	中心点坐标(度)		下游敏感因素
					最大	平均					经度	纬度	
凉城县	K57+300	右侧 200m	草地	29.46	31	7	4.10	坡顶和坡面	0.1	沿坡面堆弃, 分 4 级台阶布设	112°57'53.96"	40°29'43.94"	本工程、居民点
	K58+200	右侧 100m	草地	21.00	26	7	3.00	坡顶和坡面	无	沿坡面堆弃, 分 2 级台阶布设	112°57'26.76"	40°29'33.52"	本工程
丰镇市	LK00+800	左侧临路	草地	10.50	8	7	1.50	沟头	无	沿沟头堆弃, 分 1 级台阶布设	113° 1'48.07"	40°30'25.15"	无
小计				60.96			8.60						

2.2.6 施工方法与工艺

(1) 表土剥离

路基、管理服务区及拌合站及预制场在施工前清除表层土，集中堆放指定位置并采取临时撒播草木樨，工程结束时作为路基及两侧、取土场、弃土场植物防护的覆土源。表土剥离厚度 0.2-0.3m，共计剥离表土总量 26.24 万 m³。

(2) 利用既有路基的施工及原路面的处理方式

土方工程自上而下进行，挖土主要以大型挖掘机和装载机为主，土方纵向调配近距离用推土机，远距离以自卸汽车为主，挖方路段均采用开阔断面，结合人工刷坡，以保证边坡的稳定。挖土接近设计高程时，进行路床施工，平地机找平。

路基填筑采用水平分层断面填筑方法施工，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 以内，要求挂线施工，每层填压的土方均要平行于最终的路基表面。

全线面层、基层、底基层混合料采用集中在拌合场拌合，汽车运输，机械结合人工铺筑的施工方式。

路基施工过程中，采用半侧道路施工，半侧道路作为施工便道，减少了施工便道占地。

(3) 桥涵施工

本段公路新建大中桥基础采用钻孔灌注桩基础，钻孔桩施工时，为不使地表水进入孔内，并保持泥浆的表面高程，选择适合地质条件的扩筒，保证孔口不坍塌，现场混凝土浇灌墩柱的方法建筑桩基。钻孔的泥浆及时清运至附近的弃土场。小桥涵洞为扩大基础，采用机械与人工相结合的方式，挖基土方除用于回填外，多余土方弃入弃土场。中、大桥利用桥位两侧路基及台背，大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。

分离式立交基础均采用扩大基础桩基法施工，对基础全面开挖，然后再修筑钢筋混凝土桥基，施工完毕后进行回填，并清理施工区，基础开挖填料全部用于基坑回填及台背填筑，不产生弃方。

桥涵安排在非汛期施工。明挖扩大基础施工时对开挖土方进行临时防护，施工完毕后进行基坑回填，并清理施工区。

桥梁上部板及涵洞之涵身、涵节、盖板均采用预制厂集中预制，机械运输、安装，下部及基础等采用现场砌筑或浇筑。

(4) 交叉工程施工

平面交叉施工方法同路基。

(5) 管理服务区

管理服务区施工前先将表土剥离集中堆置于场地内空地并临时防护，主体施工结束时作为植物措施的覆土源。场区地下管线及管道施工采用分区分段自上而下，且相邻、相同埋深管、沟及临近的地下设施尽量一次开挖施工，同时保持基坑边坡土体稳定、基面不受扰动，从而减少了施工过程中的水土流失。

(6) 取土场施工

取土场开挖采用机械结合人工的施工方法。采取分块取土方式取土。取土场用挖掘机挖土，通过自卸汽车拉运；施工结束后，进行削坡，并尽快进行植被恢复。

(7) 弃土场施工

弃土排弃施工均采用机械结合人工的施工方法。弃土由自卸汽车将渣土运至弃土场，自下而上弃土，用推土机推平，机械碾压，人工辅助施工。

(8) 供电线路

供电线路采用架空方式铺设，电杆基坑开挖的范围不大，但施工作业带的影响面积较大。施工过程为：开挖基坑、临时堆土、立杆、回填土、碾压等。通讯光缆采用地下铺设，开挖堆土一侧堆放，作业面积较大。施工过程为：开沟、埋光缆、回填土、碾压等。施工结束后对施工区实施植被恢复措施。

(9) 临时工程施工工艺

全线面层、基层、底基层混合料采用集中厂拌，中桥上部构件及小桥涵预制构件，路基、路面排水防护预制构件全部在预制厂集中预制。拌合场、预制厂先

进行场地平整，平整前将表土推至一侧集中堆放，采用机械结合人工的施工方法。

(10) 施工便道施工工艺

工程施工便道在充分利用现有道路条件的基础上，设置了部分横向和纵向施工便道，施工便道采用机械平整、沿原地形的自然地势移挖作填，不产生弃方。

2.3 工程占地

国道 512 线丰镇至凉城段公路总占地面积 270.06hm²，永久占地 221.96hm²，临时占地 48.10hm²。其中占用草地 71.27hm²，林地 64.41hm²，交通运输用地 47.45hm²，耕地 86.93hm²。公路占地分属于丰镇市和凉城县，其中丰镇市占地面积 26.62hm²，凉城县占地面积 243.44hm²，工程占地面积及占地类型见表 2-21，2-22。

表 2-21 工程占地情况表 单位: hm²

建设区		建设期占地			建设期建设区内占地类型				
		永久占地	临时占地	占地面积	草地	林地	交通运输用地	耕地	
路基及两侧	主线	路面	114.02		114.02	5.35	23.94	32.40	52.33
		路基边坡	29.81		29.81	8.06	7.50	4.93	9.32
		桥涵	4.75		4.75	4.35			0.40
		中央隔离带	9.77		9.77	1.33	2.34	0.39	5.71
		截排水工程	9.72		9.72	2.53	4.67		2.52
		碎落台及护坡道	20.43		20.43	3.15	4.88	0.78	11.62
		路基两侧空地	9.12		9.12	1.29	2.44	0.42	4.97
		路基两侧临时堆土区		15.12	15.12	15.12			
		路堑截水沟内侧空地	3.08		3.08	3.08			
	小计	200.70	15.12	215.82	44.26	45.77	38.92	86.87	
连接线	路面	5.99		5.99	0.04	2.27	3.62	0.06	
	路基边坡	3.70		3.70		1.56	2.14		
	桥涵	0.01		0.01			0.01		
	截排水工程	1.34		1.34		0.60	0.74		
	小计	11.04		11.04	0.04	4.43	6.51	0.06	
合计		211.74	15.12	226.86	44.30	50.20	45.43	86.93	
管理服务区	建筑物及固硬化	6.18		6.18		6.18			
	空地	3.78		3.78		3.78			
	截排水工程	0.11		0.11		0.11			
	鱼鳞形骨架防护	0.14		0.14		0.14			
	小计	10.21		10.21		10.21			
取土场			0.98	0.98	0.98				
弃土场			8.60	8.60	8.60				
拌合站及预制场			17.00	17.00	13.00	4			
施工便道	路基施工便道		3.00	3.00	3.00				
	弃土场施工便道		0.48	0.48	0.48				
	拌合站及预制场施工		2.02	2.02			2.02		
	小计		5.50	5.50	3.48		2.02		
供电线路		0.01	0.90	0.91	0.91				
总计		221.96	48.10	270.06	71.27	64.41	47.45	86.93	

表 2-22 公路工程分行政区征占地情况表

行政区划	建设区		建设期占地 (hm ²)			建设期建设区内占地类型				
			永久占地	临时占地	占地面积	草地	林地	交通运输用地	耕地	
丰镇市	路基及两侧	主线	路面	7.2		7.2	0.93	2.27	4	
			路基边坡	2.3		2.3	0.32	0.56		1.42
			桥涵	0.94		0.94	0.54			0.4
			中央隔离带	0.53		0.53	0.04	0.29		0.2
			截排水工程							
			碎落台及护坡道	1.2		1.2	0.02	0.78		0.4
			路基两侧空地	0.53		0.53	0.04	0.29		0.2
			路基两侧临时堆土区		0.8	0.8	0.8			
			路堑截水沟内侧空地	0.12		0.12	0.12			
			小计	12.82	0.8	13.62	2.81	4.19	4	2.62
	连接线	路面	5.99		5.99	0.04	2.27	3.62	0.06	
		路基边坡	3.70		3.70		1.56	2.14		
		桥涵	0.01		0.01			0.01		
		截排水工程	1.34		1.34		0.60	0.74		
		小计	11.04		11.04	0.04	4.43	6.51	0.06	
	合计			23.86	0.80	24.66	2.85	8.62	10.51	2.68
	弃土场				1.5	1.5	1.5			
拌合站及预制场										
施工便道	拌合站及预制场施工便道			0.33	0.33			0.33		
供电线路				0.13	0.13	0.13				
合计			23.86	2.76	26.62	4.48	8.62	10.84	2.68	
凉城县	路基及两侧	主线	路面	106.82		106.82	4.42	21.67	28.4	52.33
			路基边坡	27.51		27.51	7.74	6.94	4.93	7.9
			桥涵	3.81		3.81	3.81			
			中央隔离带	9.24		9.24	1.29	2.05	0.39	5.51
			截排水工程	9.72		9.72	2.53	4.67		2.52
			碎落台及护坡道	19.23		19.23	3.13	4.1	0.78	11.22
			路基两侧空地	8.59		8.59	1.25	2.15	0.42	4.77
			路基两侧临时堆土区		14.32	14.32	14.32			
			路堑截水沟内侧空地	2.96		2.96	2.96			
			小计	187.88	14.32	202.20	41.45	41.58	34.92	84.25
	管理服务区	建筑物及固硬化	6.18		6.18		6.18			
		空地	3.78		3.78		3.78			
		截排水沟工程	0.11		0.11		0.11			
		坡面防护工程	0.14		0.14		0.14			
		小计	10.21		10.21		10.21			
	取土场	取土场			0.98	0.98	0.98			
	弃土场	弃土场			7.1	7.1	7.1			
	拌合站及预制场				17	17	13	4		
	施工便道	路基施工便道			3	3	3			
		弃土场施工便道			0.48	0.48	0.48			
拌合站及预制场施工便道			1.69	1.69			1.69			
小计			5.17	5.17	3.48		1.69			
供电线路			0.01	0.77	0.78	0.78				
合计			198.10	45.34	243.44	66.79	55.79	36.61	84.25	
总计			221.96	48.10	270.06	71.27	64.41	47.45	86.93	

2.4 土石方及其平衡情况

(1)土石方工程量

本工程建设期挖填土石方总量 380.53 万 m³，其中挖方 198.30 万 m³，填方 182.23 万 m³，外借 44.89 万 m³，弃方 60.96 万 m³（含建筑垃圾），弃土全部运至临近的弃土场。项目区共剥离表土 26.24 万 m³，表土后期全部用于绿化覆土。

(2)废弃土石及生活垃圾

①废弃土石：本项目废弃土石全部运至沿线弃土场。

②生活垃圾：施工期间施工人数平均为 200 人，生活垃圾按 0.16kg/人 d 计，施工期 29 个月，施工期生活垃圾总量为 27.84t；委托当地环卫部门定期拉运至指定垃圾场妥善处置。

③建设过程中产生建筑垃圾等弃方 10.86 万 m³，全部弃于弃土场的弃土坑中。

工程建设期土石方平衡及利用情况见表 2-23 ~ 2-26。

2 项目概况

表 2-23 主线路基及桥涵填挖土石方工程量表 单位: 万 m³

起讫桩号			长度 (m)	挖方 (m ³)				填方 (m ³)						借方		废弃			
				总体积	土方		石方		填方 (m ³)	天然方		本桩利用	远运利用		土方	石方	土方	石方	
					硬土	软土	次坚石	硬土		软土	硬土		硬土	软土				硬土	软土
K52+000	~	K53+000	1000	312	312			102836	187	102649	76	111	102649			125			
K53+000	~	K54+000	1000	607	607			15798	425	15373	232	193	15373			182			
K54+000	~	K55+000	1000	51	51			25706		25706			25706			51			
K55+000	~	K56+000	1000	3	3			67983	60679	7304		60679	7304			3			
K56+000	~	K57+000	1000	97985	77728	10270	9987	17364	17364		1422	15942			15546	2965	9987		
K57+000	~	K58+000	1000	285625	30856	189963	64806	4174	4174		444	3730			10822	13715	64806		
K58+000	~	K59+000	1000	102841	12210	58227	32404	12650	9768	2882	726	9042	2882		2442	17001	32404		
K59+000	~	K60+000	1000	6542	6542			21701	5888	15813	300	5588	15813		654				
K60+000	~	K61+000	1000	21050	21050			10510	10510		836	9674			2105				
K61+000	~	K62+000	1000	26	26			30966	8435	22531		8435	22531		26				
K62+000	~	K63+000	1000	2	2			32519		32519			32519		2				
K63+000	~	K64+000	1000	2517	2517			47237	2013	45224	2013		45224		503				
K64+000	~	K65+000	1000	13	13			48100	48100			48100			13				
K65+000	~	K66+000	1000	1345	1345			45220	45220		252	44968			403				
K66+000	~	K67+000	1000	201526	105125	66515	29886	3235	3235		1042	2193			9510	21291	29886		
K67+000	~	K68+000	1000	193628	71867	81006	40755	89550	64680	24870	190	64490	24870		7187	2329	40755		
K68+000	~	K69+000	1000	8451	3984	4467		22838	3187	19651	201	2986	19651		797				
K69+000	~	K70+000	1000	3962	1585	2377		42268	1268	41000	735	533	41000		317				
K70+000	~	K71+000	1000					52232		52232			52232						
K71+000	~	K72+000	1000	16	16			46459	24161	22298		24161	22298		16				
K72+000	~	K73+000	1000	138106	55243	82813	50	25557	25557		106	25451			5524	8284	50		
K73+000	~	K74+000	1000	135336	54062	67596	13678	40800	40800		112	40688			13262	28333	13678		
K74+000	~	K75+000	1000	24968	10669	8171	6128	38777	9602	29175	2067	7535	29175		1067		6128		
K75+000	~	K76+000	1000	2098	2098			20147	1888	18259	433	1455	18259		210				
K76+000	~	K77+000	1000	23375	23375			9071	9071		771	8300			5590				
K77+000	~	K78+000	1000	4633	4633			12884	12884		4170	8714			463				
K78+000	~	K79+000	1000	7059	7059			23219	23219		6353	16866			706				
K79+000	~	K80+000	1000	52667	52667			3648	3648		2390	1258			6617				
K80+000	~	K81+000	1000	12991	12991			3284	3284		1944	1340			9707				
K81+000	~	K82+000	1000	9540	9540			7850	7850		4993	2857			1690				

2 项目概况

起讫桩号			长度 (m)	挖方 (m³)				填方 (m³)					借方		废弃				
				总体积	土方		石方		填方 (m³)	天然方		本桩利用	远运利用		土方	石方	土方	石方	
					硬土	软石	次坚石	硬土		软石	硬土		软石	硬土				软石	硬土
K82+000	~	K83+000	1000	7197	7197			32013	32013		6477	25536			720				
K83+000	~	K84+000	1000	4313	4313			14776	14776		3394	11382			431				
K84+000	~	K85+000	1000	5016	5016			2600	2600		2108	492			502				
K85+000	~	K86+000	1000	12282	12282			206	206		206				3096				
K86+000	~	K87+000	1000	8824	8824			3223	3223		1651	1572			882				
K87+000	~	K88+000	1000	13541	13541			10054	10054		1802	8252			1355				
K88+000	~	K89+000	1000	8361	8361			23397	23397		899	13481	9017		836				
K89+000	~	K90+000	1000	3087	3087			12374	12374		1295	1483	9596		309				
K90+000	~	K91+000	1000	1643	1643			13712	13712		1314		12398		329				
K91+000	~	K92+000	1000	1406	1406			11282	11282		212	913	10157		281				
K92+000	~	K93+000	1000	672	672			12587	12587		185	353	12049		134				
K93+000	~	K94+000	1000					12421	12421				12421						
K94+000	~	K95+000	1000	16	16			15744	15744				15744		16				
K95+000	~	K96+000	1000	11	11			13945	13945				13945		11				
K96+000	~	K97+000	1000	499	499			30521	30521	399			30122		100				
K97+000	~	K98+000	1000					18267	18267				18267						
K98+000	~	K99+000	1000					21239	21239				21239						
K99+000	~	K100+000	1000					69024	69024				69024						
K100+000	~	K101+000	1000					102151	102151				102151						
K101+000	~	K102+000	1000					41756	41756				41756						
K102+000	~	K103+000	1000					32618	32618				32618						
K103+000	~	K103+421	421					1122	1122				1122						
小计			51421	1404143	635044	571405	197694	1419615	942129	477486	51750	478753	477486	411626		104542	93918	197694	
分离式左幅																			
ZK84+383.938	~	ZK85+000	616	83	83			10193	10193			1214		8979		84			
ZK85+000	~	ZK86+000	1000	8611	861			5674	5674		196	5478			1722				
ZK86+000	~	ZK86+701.158	701	70	70			28337	28337				28337		70				
小计			2317	8764	1014			44204	44204		196	6692		37316		1876			
合计				1412907	636058	571405	197694	1463819	986333	477486	51946	485445	477486	448942		106418	93918	197694	

注：挖方+外借=填方+弃方；填方=本桩利用+远运利用+借方

表 2-24 连接线路基及桥涵填挖土石方工程量表 单位: 万 m³

起讫桩号			长度 (m)	挖方 (m ³)				填方 (m ³)					借方		废弃			
				总体积	土方			填方 (m ³)	天然方		本桩利用	远运利用		土方	石方	石方		
					硬土	软石	次坚石		硬土	软石		硬土	软石			硬土	软石	硬土
K0+000	~	K1+000	1000	30906	12486	13815	4605	3319	3319		144	3175				9167	13815	4605
K1+000	~	K2+000	1000	67369	35457	23934	7978									34408	23934	7978
K2+000	~	K3+000	1000	1630	1630			2027	2027		116	1910				652		
K3+000	~	K4+000	1000	2687	2687			2983	2983		135	2849				1075		
K4+000	~	K5+000	1000	5562	5562			626	626		196	430				3565		
K5+000	~	K6+000	1000	3949	3949			135	135		135					3814		
			6000	112103	61771	37749	12583	9090	9090		726	8364				52681	37749	12583

表 2-25 工程表土平衡表 单位: 万 m³

项目名称		挖填总量	挖方	填方	调入		调出		外借 数量	弃方	
					数量	来源	数量	去向		弃土	弃方去向
路基及两侧	剥离表土及利用	39.29	19.97	19.32			0.65	取土场及 弃土场			
管理服务区	表土剥离及利用	2.30	1.15	1.15							
	取土场 绿化覆土	0.20		0.20	0.20	路基剥离表土					
	弃土场 表土剥离及利用	3.89	1.72	2.17	0.45	路基剥离表土					
拌合站及预 制场	剥离表土及回复	6.80	3.40	3.40							
合计		52.48	26.24	26.24	0.65		0.65				

表 2-26 工程土石方量表 单位: 万 m³

建设区		挖填总量	挖方	填方	调入		调出		外借		弃方	
					数量	来源	数量	去向	数量	来源	弃土	弃方去向
路基及两侧	表土剥离及利用	39.29	19.97	19.32			0.65	取、弃土 场覆土				
	主线路基	287.67	141.29	146.38					44.89	取土场及外购	39.80	弃土场
	连接线路基	12.12	11.21	0.91							10.30	连接线弃土场
	建筑垃圾	10.86	10.86								10.86	弃土场
	小计	349.94	183.33	166.61			0.65		44.89		60.96	
管理服务区	表土剥离	2.30	1.15	1.15								
	基础开挖及场地平整	4.76	2.38	2.38								
	小计	7.06	3.53	3.53								
取土场	绿化覆土	0.20		0.20	0.20	路基剥离 表土						
弃土场	表土剥离及利用	3.89	1.72	2.17	0.45	路基剥离 表土						
拌合站及预制场	表土剥离及利用	6.80	3.40	3.40								
	场地平整	10.21	5.10	5.10								
	小计	17.00	8.50	8.50								
施工便道	道路平整	2.40	1.20	1.20								
供电线路	塔基开挖	0.04	0.02	0.02								
总计		380.53	198.30	182.23	0.65		0.65		44.89		60.96	

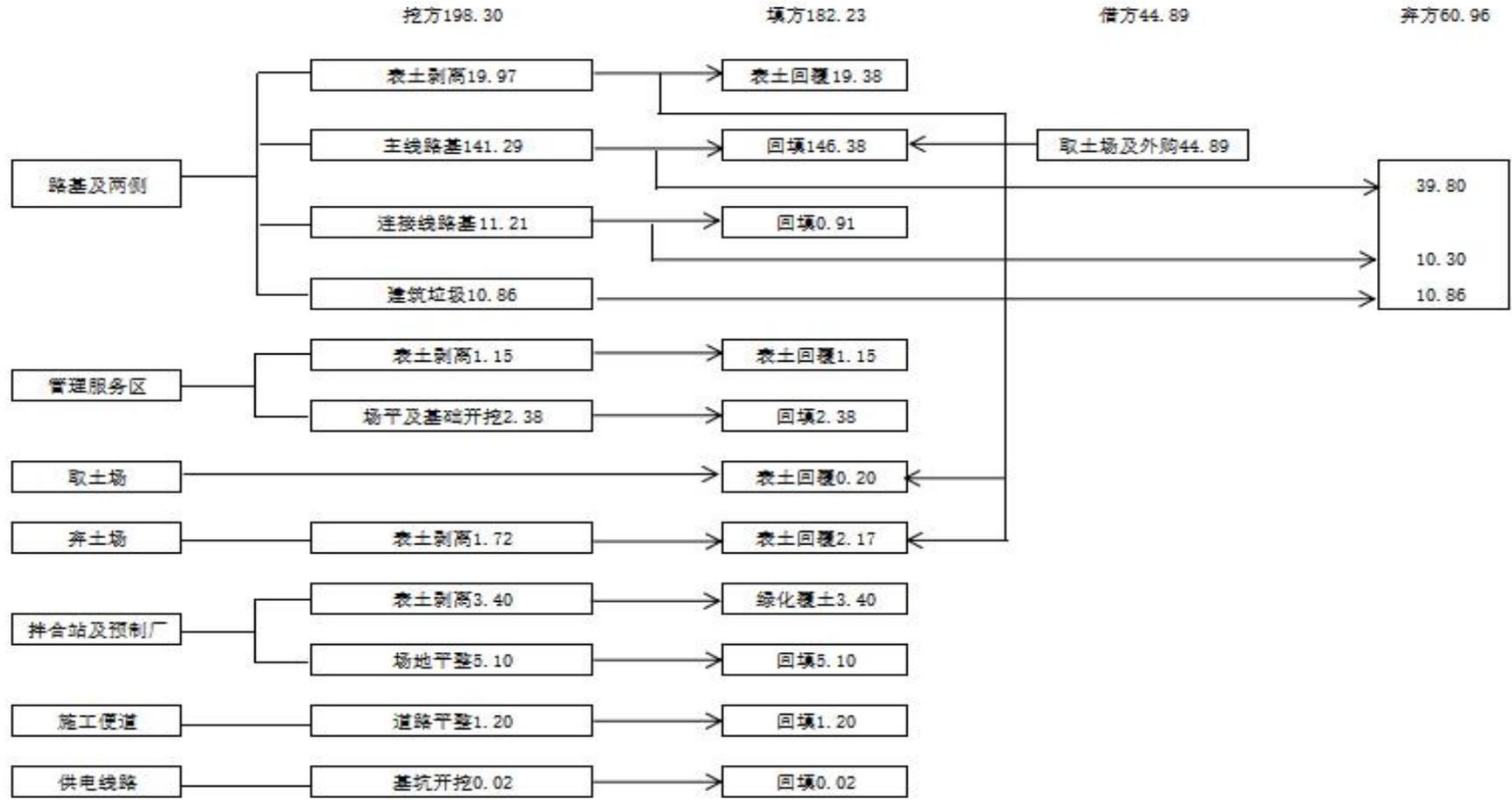


图 2-4 土石方平衡图



图 2-5 表土平衡图

2.5 拆迁(移民)安置与专项设施改(迁)建

本公路工程沿线拆迁涉及房屋、围墙、厂房和标志牌路等，拆迁工程实施全额赔偿，拆迁费用以补偿费的方式支付给当地政府相关部门，由政府部门统一负责拆迁，拆迁建筑物与迁建中的水土流失防治责任由当地政府相关部门承担。

2.6 施工进度

根据主体工程的施工组织和进度安排，本项目于 2015 年 6 月开工建设（施工准备期 2015 年 6 月），于 2017 年 10 完工，建设工期 29 个月。主体工程施工进度安排如表 2-27。

表 2-27 国道 512 线丰镇至凉城段公路施工进度表

序号	工程及项目	2015年												2016年												2017年									
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	施工准备期																																		
2	路基工程																																		
3	路面工程																																		
4	桥涵施工																																		
5	交叉工程																																		
6	管理服务设施																																		
7	拌合站及预制厂																																		
8	施工便道																																		
9	供电线路																																		
10	弃土场																																		

2.7 自然概况

2.7.1 地貌

丰镇市地处内蒙古高原南部，地势高峻、岗峦起伏、丘陵广布、平原相间，海拔 1200~1335m 之间。地形大体上是东部群山连绵，西部丘陵起伏，南部低洼。

凉城县地形总体特征表现为北部为蛮汉山山系，山体狭而陡峭；南部为马头山山系，山体宽而平缓；中部为内陆陷落滩川（盆地）——岱海盆地，岱海镶嵌其中。

地质概况项目区总体地貌类型为低山丘陵，公路沿线北侧为蛮汉山山系，南侧为马头山山系，线路主要沿两山系之间的山前冲积区通过，沿线地形相对较平缓，海拔在 1236-1365m 之间。

2.7.2 地质

(1) 工程地质

项目区范围地层主要有新生界第三系地层，紫红、灰黑及灰白色橄榄玄武岩，局部夹棕红及浅红色砂砾石及粘土；中生界白垩系地层，紫红、灰黑及灰白色砂岩、砂岩、砂质泥岩，局部夹薄层泥灰岩和石膏岩；第四系地层，冲击形成的亚粘土、亚砂土及砂砾石；桑干群地层，含紫苏斜长麻粒岩和黑云斜长片麻岩，顶部呈透镜状磁铁石英岩。路线范围火层岩有喜山期大面积玄武岩，入侵岩有前震旦纪花岗岩变质辉长—辉石岩、燕山期花岗岩。

项目区处于阴山东西向复杂构造带的东南部，祁山—贺兰山字型构造体系东翼反射弧北缘。由于各构造体系的相互作用和复合，生成东西向的纬向构造行迹出露很少，多表现为扭动构造行迹。古老构造变动生成了一系列的北东方向基底褶曲，伴随褶曲变动有花岗岩的侵入，随后经过变质作用和混合岩化作用，局部地段古老褶曲的次级断裂控制了后期岩脉分布。喜山运动有频繁的玄武岩流；火山活动强烈，使境内中部和西部分布了大面积玄武岩。根据区域资料，路线经过段无断裂带出现。

(2) 水文地质

路线范围是内蒙古干旱、半干旱草原水文地质区的一部分，水文条件主要受地质构造岩性、地貌、气候等条件的影响和控制。

境内北、东地势较高，西、中、南部地势较低，大多是河流从北、东、向西南流出境外。饮马河径流丰镇市南部，是市内最大的河流。凉城县水资源丰富，水系比较发育，共有大小河沟三百余条，分属黄河、岱海、永定河三大流域。全县水资源总量达 2.3 亿立方米，其中地表水资源总量达 1.3 亿立方米；地下水资源总量达 1 亿立方米，且水质较好。特别是岱海盆地平原区，占全县地下水资源量的 85%，为地下水资源最丰富的地区。

项目区范围内节理裂隙较发育，相互贯通，储水条件良好，水位埋深差异较大，最深约 70 米，沟谷只有数米，有的溢出地表成泉；地下水随降雨量变化，水量分布不均匀，水质好。饮马河两岸为水量丰富的大口井、机井开采区。

(3)地震情况

丰镇市：根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，项目区地震基本烈度为 7 度，基本地震加速度为 0.10g。地震对工程建设不会构成大的影响，场地相对稳定。

凉城县：根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，该建设区域的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，特征周期为 0.40s。地震对工程建设区不会构成大的影响。

(4)不良地质

本项目所在区域地形起伏小，相对高差小，地形较平坦开阔，多属微丘陵区、冲积平原；地层岩性简单，基岩面起伏变化不大，地基岩土承载力较高，风化较为强烈；区内地质构造较简单，区域断裂和褶皱对公路工程影响轻微；区内水文地质条件简单，地表水和地下水对公路工程影响小；不良地质与特殊性岩土规模小，等级低、危害小，采取一定的工程措施就能化解其害。本项目工程地质条件较简单，对路线位置、桥涵结构物位置与形式选择无碍，一般不起控制作用。

沿线水土流失主要以滑坡、泻溜、崩塌和泥石流等形式出现。建设单位按照水保方案 and 环境保护措施要求，在公路的建设过程中，采取了以工程措施为主，植物措施为辅的生态保护措施，以达到减少工程建设导致的水土流失问题。

2.7.3 气象

本方案气象资料来源于丰镇市气象站和凉城气象站，气象站观测项目齐全，具有 30 年（1990 年到 2019 年）以上时间长度的连续观测系列资料，本工程项目区地处中温带半干旱大陆性气候区，冬季严寒漫长，夏季短促温热，降水少、气候干燥，降水主要集中在夏季。年平均气温 4.7℃-5.0℃，年平均降水量 392.6mm-436.80mm，年平均风速 2.6m/s-2.7m/s，无霜期 120d-128d。项目区气象特征如表 2-28，各月平均降雨量见表 2-29，平均风速表见表 2-30。

表 2-28 主要气象特征表

序号	项目	丰镇市	凉城县
1	年平均气温℃	4.7	5.0
2	极端最高气温℃	36.5	35.9
3	极端最低气温℃	-37.5	-37.9
4	相对湿度%	55	59
5	年平均降水量 mm	392.6	436.80
6	年平均蒸发量 mm	2136	1971.3
7	20 年一遇 24h 最大降雨量 mm	68.9	76.2
8	年平均风速 m/s	2.6	2.7
9	年大风日数 d (7 级以上)	44	42
10	最大冻土深度 cm	181	169
11	无霜期 d	120	128
12	平均日照时数	2700	2790
13	≥10℃积温℃	2038	2019

表 2-29 各月平均降水量 (mm)

旗(区)	合计	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰镇市	392.6	3.4	5.8	10.7	21.7	29.9	41.4	89.4	96.4	51.6	29.1	8.5	4.7
凉城县	436.8	4.5	6.5	13.8	24.7	33.9	44.1	97.1	105.8	57.6	33.8	9.8	5.2

表 2-30 各月平均风速 (m/s)

旗(区)	平均	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
丰镇市	2.6	2.1	2.6	3.4	3.3	3.7	3.1	1.9	2.2	2.2	2.3	2.1	2.3
凉城县	2.7	2.1	2.7	3.5	3.5	3.6	3	1.9	2.1	2	2.2	2.2	2.4

2.7.4 水文

本工程凉城段位于黄河流域，丰镇段位于海河流域，岱海位于凉城县境内线路北侧，岱海东西长 21km，南北宽 10km。水面高程 1225.9m 时，水面面积为 162.3km²，全水系集水面积 2312km²，注入岱海的季节性河流有索岱沟、苜花河、步量河、天成河、五号河和弓坝河等，岱海距本工程最短直线距离为 1250m。

路线所经地区地下水位埋深较深，地表排水良好，跨越河流、沟槽，除饮马

河、天成河、弓坝河有少量长流水外，其余均为季节性河流，平时无水或有区段性的少量长流水，只有雨季发生洪水下泄。由于降雨集中且时间短，纵坡大等特点，所以洪水汇流历时也较短。

饮马河发源于凉城县境内，干流全长 70km，最后汇入山西的桑干河，在丰镇地区流域面积 785km²，纵贯丰镇市全境，多年平均径流量 3134×10⁴m³，多年平均流量 1.0m³/s。公路沿线水系分布情况见水系分布图。

2.7.5 土壤

丰镇地区土壤主要有栗钙土、灰褐土、黄土和非地带性草甸土，栗钙土、灰褐土占全市总土地面积的 96.57%。有机质含量除含钾较丰富外，其余普遍较低，缺磷少氮，土壤养分失调。有机质平均含量在 1.72%左右，PH 值平均 8.54。

凉城县土壤类型以栗褐土为主，是栗钙土向灰褐土过渡的土壤类型；剖面由腐殖层、粘化层、钙积层及母质层组成。表土层厚 27cm~34cm，有机质平均含量 0.43%~1.28%，土层厚 60~80cm。

本工程沿线区域土壤类型以栗钙土和栗褐土为主。

2.7.6 植被

丰镇地区地处中温带半干旱大陆性气候区，天然植被受水热条件和地形影响，植被为典型草原地带性植被类型。同时受非地带性环境条件影响，还有草甸、野生植被与地带性植被相间分布。乔木主要有油松、杨、榆、柳、桦；灌木有沙棘、柠条、虎榛子、野玫瑰，主要分布于东部中低山区和西部丘陵区；草原植物主要有克氏针茅、本氏针茅，伴有冷蒿、粗隐子草、蒙古冰草、百里香等。通过现场调查，项目区植被覆盖度为 30%，植被群落以禾本科、菊科、豆科为主，代表种类有蒙古冰草、披碱草、克氏针茅及杂草等。人工植被有油松、云杉、杨树等。

凉城县地处中温带半干旱大陆性气候区，天然植物受水热条件及复杂地形影响，从西北山地到丘陵、岱海盆地的植被分布规律是：从早生森林灌丛草原逐渐过渡到半干旱草原植被。油松、樟子松、杨树是当地的主要建群种。全县森林覆盖率为 15-35%。

工程沿线植被类型为典型草原为主，植被盖度 30%左右。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选线水土保持评价

按照《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的规定要求,对主体工程选址水土保持制约性因素对照进行了分析,主要分析评价如下:

(1) 不涉及河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

(2) 项目区不涉及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、重点治理成果区和国家确定的水土保持长期定位观测站。

项目区丰镇市属自治区级水土流失重点治理区、凉城县属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区,生态脆弱区、存在水土保持制约因素,无法避让。同时岱海距本工程直线距离 1250m,主体工程通过优化施工方案,加强工程管理,施工中通过严格控制扰动地表和植被损坏范围,尽量减少占地,土石方量尽量综合利用,提高防治标准,及时恢复植被,植物措施选用高标准苗(草)种,林草覆盖率提高 2 个百分点,符合《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)中建设方案无法避让重点治理区的相关规定。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

(1) 总体布置合理性分析

国道 512 线丰镇至凉城段公路总体布局合理,结构紧凑,有效减少了工程占地。本工程主要包括路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路,其总体布局形成以公路路基为中心,两侧布设工程的格局。本项目尽量减少了占用生产力较高的土地;路基施工便道充分利用了原有道路,采用一侧施工,一侧作为施工便道的施工工艺,减少了施工便道的占地,不足部分新增施工便道,减少了工程临时占地,方便施工运输。拌合站及预制场集中布置,避免了多处零散分布,施工生产区与生活区同址建设,同时租用原有拌合站,减少了临时占地。中、大桥利用桥位两侧路基及台背,大桥箱梁预制及

钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。施工供电线路采用先行建设，为施工用电提供了保障。沿线弃土场选择在临近线路、地质为花岗岩地质段，基底较稳定。针对 K57+300 处弃土场及 K58+200 处弃土场，为了确保下游居民及公路安全，由内蒙古中矿建设工程有限公司编制了《国道 512 线丰镇至凉城段公路 K57+300 段弃土场和 K58+200 段弃土场稳定性专题论证报告》，并通过了专家评审，结论为两个现状弃土场稳定性较好，对主体本身及周边居民点等不构成在重大影响。取土场有乡村道路可直接到达，减少了施工便道的占地，符合水土保持要求。

(2) 工程等级及防洪标准分析

本项目属低山丘陵区，沿线沟壑纵横，受降雨影响较大，依据公路行业标准，路基排水措施防洪标准，采用 15 年一遇 24h 暴雨量。

(3) 植物措施标准分析

项目区位于丰镇市和凉城县，凉城县属黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，丰镇市属自治区级水土流失重点治理区，因本工程涉及两个水土流失防治区，水土流失防治标准最终采用防治责任范围加权取平均值进行计算。由于本项目位于自治区级水土流失重点治理区和黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区，应提高防治标准，林草覆盖率提高 2%，提高后标准为 24.33%。

3.2.2 工程占地分析评价

国道 512 线丰镇至凉城段公路总占地面积 270.06hm²，永久占地 221.96hm²，临时占地 48.10hm²。其中草地 71.27hm²，林地 64.41hm²，交通运输用地 47.45hm²，耕地 86.93hm²。公路占地分属于丰镇市和凉城县，其中丰镇市占地面积 26.62hm²，凉城县占地面积 243.44hm²。

从占地类型看，本工程占用土地类型主要为耕地（面积 86.93hm²，占总面积的 32.19%）、草地（面积 71.27hm²，占总面积的 26.39%）、林地（面积 64.41hm²，占总面积的 23.85%）和交通运输用地（面积 47.45hm²，占总面积的 17.57%），

工程施工过程中占用耕地较多，但本项目存在选址选线的限制要求，选址选线无法避让，路基及两侧占用耕地 86.93hm²，占用耕地总面积的 100%。

依据《公路工程项目交通运输用地指标》（（2011）124号）分项进行评价，一级公路双向四车道交通运输用地占地指标计算如下：公路建设项目用地总体指标为 5.4623hm²/km，本项目主线建设长 51.42km，主线永久占地 215.82hm²，用地指标为 4.20hm²/km，低于标准值，满足公路用地标准。公路建设尽量控制在永久占地面积内，减少扰动面积，施工结束后将临时占地恢复原有土地使用功能，可有效降低水土流失，符合水土保持要求。

线路不占用国家公益林，永久占地受线路选线制约，占用林地、耕地、草地及交通运输用地，临时占地尽量避开林地和耕地，绝大部分占用草地及建设用地，符合水土保持要求。

工程建设总占地中永久占地比例占 82.19%，临时占地比例占 17.81%。工程总体布局中，施工设施建设做到永临结合，最大限度减小施工占地，从而节约了临时占地，并减少了对原地貌及植被的破坏。施工临时占地尽量利用现有工程及项目区内空地，不足部分再新增占地，符合水土保持的要求。

路基剥离表土尽量临时堆放在路基两侧征地范围内，不足部分再新增占地，有效减少征占地。拌合站及预制场集中布置在线路沿线、大中桥、小桥和涵洞施工场地位于路基征地范围内，施工便道尽量利用现有乡村道路，不足部分再新开发便道，共计新开便道 9.17km，从而减小了对土地的占用，避免了对土地资源的浪费。主体设计尽可能减少地表扰动、减少水土资源的占用，减少了植被的破坏，保护了生态环境。

主体工程征占地符合节约用地和减少扰动的要求，临时占地布置合理，符合水土保持要求。

3.2.3 土石方平衡分析评价

本工程建设期挖填土石方总量 380.53 万 m³，其中挖方 198.30 万 m³，填方 182.23 万 m³，借方 44.89 万 m³，弃方 60.96 万 m³（含建筑垃圾），弃土全部运至临近的弃土场。项目区共剥离表土 26.24 万 m³，表土后期全部用于绿化覆土。

主体工程设计对路基及两侧绿化区域、管理服务区建筑物周边及空地、拌合

站及预制场、取土场及弃土场施工结束后均回覆表土。本项目属低山丘陵区，土壤为栗钙土，项目区占地面积较大，表土层较薄，因此主体工程设计将剥离表土 0.2-0.3m，用于后期覆土，恢复植被。

从工程土石方总体调配来看，路基以挖方为主，工程土石方开挖量大于填筑量，在合理安排施工时序的同时，填方尽量利用线路开挖土方，不足部分外购当地合法料场，弃土全部运至沿线临近的弃土场。主体工程设计在施工前首先将施工区域的表土尽可能进行剥离，并集中堆放在后期绿化区域，待施工结束后将表土回覆到植被恢复区域。主体设计尽量不占用生产力较高的耕地和饲草料地。从水土保持的角度分析，项目尽量移挖作填、尽量纵向利用，剩余土方运至弃土场，土石方量调配合理，符合水土保持要求。项目区内可剥离表土尽量进行剥离，表土后期全部用于绿化覆土，符合水土保持要求。

3.2.4 取土场设置评价

本工程设置取土场 1 处，总开采面积 0.98hm²，开采边坡比为 1:2，总开采量 2.77 万 m³，取土场设于脑包村自然沟道中，利用机械进行开挖，开采厚度 3.0 m，土质为砂质土，取土场处有乡间道路，施工便利。取土场不存在崩塌和滑坡危险区、及泥石流易发区，取土场地形较为平坦，类型为平地，不影响周边景观协调性，取料后易于恢复，距本工程距离较近，又能充分利用现有乡间路，开采条件好，选址比较合理。

3.2.4 弃土场设置评价

本项目单独设置弃土场 3 处，均为 4、5 级渣场，其中 4 级渣场 2 处，5 级渣场 1 处，本工程弃土场共计占地 8.60hm²，弃土量 60.96 万 m³。

公路沿线地貌属丘陵区，弃土场主要布置在坡顶和坡面及沟头处，经现场调查，公路沿线 3 处弃土场，其中 2 处设置较为不合理，下游一定范围内存在敏感因素，3 处弃土场均不在河道、湖泊和建成水库管理范围内；根据《国道 512 线丰镇至凉城段公路两阶段初步设计》报告中，K57+300、K58+200 地段岩体性质为花岗岩岩石出露。

K57+300 弃土场布置在坡顶和坡面位置，弃土场南侧距离本工程 200m，西侧坡脚至最近的居民点 100m。弃土场地形为北侧、东侧及南侧高，西侧低，最

终排弃高度低于南侧原地形坡面，固不会对南侧主体工程构成重大影响。西侧坡脚距离最近的居民点 100m，一级平台边坡 1: 2，高度 3m，平台宽度 2m，接二级平台边坡比为 1: 1.4，高度为 10m，3 级平台边坡比为 1: 1.5，高度为 7m，4 级平台边坡比为 1: 1.4，高度为 7m。在弃土场平台外围布设一排挡水围埂，其次在坡顶至坡脚边坡纵向布设急流槽，并在急流槽末端设消力池以防止冲刷，后在弃土场南侧修建浆砌石排水沟，汇水通过急流槽流入消力池再排到浆砌石排水沟最终汇入自然沟道。由内蒙古中矿建设工程有限公司对该弃土场进行了弃土场专题论证，并通过了专家评审，报告中明确计算稳定系数 Bishop 法为 1.215、Morgenstern-Price 法为 1.213，边坡处于稳定状态。20 年一遇 24h 最大降雨量时，计算稳定系数 Bishop 法为 1.202、Morgenstern-Price 法为 1.201，数值模拟、计算结果均表明现状弃土场稳定性较好，对主体工程及周边居民点等不构成重大影响。提出了 K57+300 段弃土场边坡底部做挡墙的防治措施，挡墙主要浆砌石结构，其中 K57+300 段挡墙长 76m，顶宽 0.6m，地上部分高 1m，地下部分深 0.5m。进一步确保弃土场的稳定。

K58+200 弃土场布置在缓坡位置，弃土场南侧距离本工程 60m。弃土场地形为东南侧高，西北侧低，最终排弃高度低于南侧原地形坡面，弃土场共形成 2 级平台，1 级平台边坡比为 1: 1.6，平台高度 8m，2 级平台边坡比为 1: 1.4，平台高度为 12m，在弃土场平台外围布设一排挡水围埂，其次在坡顶至坡脚边坡纵向布设急流槽，并在急流槽末端设消力池以防止冲刷，后在弃土场东北及东南侧修建浆砌石排水沟，汇水通过急流槽流入消力池再排到浆砌石排水沟最终汇入自然沟道。通过弃土场专题论证报告，计算稳定系数 Bishop 法为 1.233、Morgenstern-Price 法为 1.232，边坡处于稳定状态。20 年一遇 24h 最大降雨量时，计算稳定系数 Bishop 法为 1.211、Morgenstern-Price 法为 1.209，数值模拟、计算结果均表明现状弃土场稳定性较好，对主体工程不构成重大影响。

LK00+800 弃土场布置在沟头位置，弃土场南侧临路，最终弃土同公路齐平，弃土场西侧靠近天然沟道，目前已对占用沟道进行清理，清理后弃土场不再占用天然沟道，为了减少降雨对弃土场边坡的冲刷，在弃土场西侧新增修筑浆砌石护脚墙进行防护，通过高程分析，弃土场高程为 1288m，公路高程较弃土场高程低 6m 左右，弃土场距南侧公路 20m，中间有原有道路进行阻挡，固不存在对南侧本工程构成重大影响。

综上所述,根据《中华人民共和国水土保持法》和《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014),公路建设所设置的3处弃土场,根据弃土场专题论证及弃土场稳定性评估报告,均认为边坡及基底稳定,对本工程及周边居民点等不构成重大影响,根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),该建设区域的抗震设防烈度为7度,地震对工程建设区不会构成重大影响。根据弃土场稳定性专题论证,提出了在K57+300段弃土场底部新增挡渣墙的防治措施,挡渣墙主要为浆砌石结构,挡渣墙长76m,宽0.6m,地上部分高1m,地下部分深0.5m。本方案对挡渣墙形式进行了变更,本弃土场共修筑两种形式挡渣墙,一种形式为1m高挡渣墙,另一种形式为0.8m高挡渣墙,1m高挡渣墙修筑在挡渣墙中间部分,采用梯形断面,长42m,基础高0.5m,宽1.5m,顶宽0.6m,0.8高挡渣墙修筑在1m高挡渣墙两侧,采用矩形断面,长17m,基础高0.5m,宽0.6m,顶宽0.6m。各弃土场选址合理性分析见表3-1。

表 3-1 弃土场选址制约性因素分析表

规范要求	弃土场编号			
	K58+200 弃土场	K57+300 弃土场	LK00+800 弃土场	
《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018) 要求	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃渣场	根据稳定性专题论证,对下游公路不构成重大影响	根据稳定性专题论证,对公路及周边军民点构成在重大影响	根据稳定性评估报告,不构成重大影响
	不得在河道、湖泊和建成水库管理范围内	不涉及	不涉及	不涉及
	在山区宜选择荒沟、凹地、支毛沟、平原区宜选择凹地、荒地、风沙区应避免风口	坡顶和坡面	坡顶和坡面	支毛沟沟头
	应充分利用取土(石、砂)场、废弃采坑、沉陷区等场地	不涉及	不涉及	不涉及
	应综合考虑弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)结束后的土地利用	已恢复植被、合格	已恢复植被、合格	已恢复植被、合格
《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 要求	严禁在对重要基础设施、人民群众生命财产安全及行洪安全有重大影响区域布设弃渣场	公路	下游 100m 有居民点及公路,根据稳定性专题论证,对主体工程及周边居民点等不构成重大影响	不涉及
	弃渣场不应影响河流、沟谷的行洪安全,弃渣不应影响水库大坝、水利工程取水建筑物、泄水建筑物、灌(排)干渠(沟)功能,不应影响工矿企业、居民区、交通干线或其他重要基础设施的安全	公路	下游 100m 有居民点及公路,根据稳定性专题论证,对主体工程及周边居民点等不构成重大影响	不涉及
	弃渣场应避免滑坡体等不良地质条件地段,不宜在泥石流易发区设置弃渣场;确需设置的,应确保弃渣场稳定安全;	不涉及	不涉及	不涉及
《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014) 要求	弃渣场不宜设置在汇水面积和流量大、沟谷纵坡陡、出口不宜拦截的沟道;对弃渣场选址进行论证后,确需在此类沟道弃渣的,应采取安全有效的防护措施;	基本无汇水面积	汇水面积 0.1km ² ,坡度较缓	基本无汇水面积
	不宜在河道、湖泊管理范围内设置弃渣场,确需设置的,应符合河道管理和防洪行洪的要求,并应采取保障措施保障行洪安全,减少由此可能产生的不利影响;	不涉及	不涉及	不涉及
	弃渣场选址应遵循“少占压耕地,少损坏水土保持设施”的原则。山区、丘陵区弃渣场宜选址在工程地质和水文地质条件相对简单,地形相对平缓的沟谷、凹地、坡台地、滩地等;平原区弃渣应优先弃于洼地、取土(采砂)坑,以及裸地、空闲地、平滩地等;	占用草地,坡顶和坡面	占用草地,坡顶和坡面	占用草地,支毛沟沟头
	风蚀区的弃渣场选址应避免风口区域	避开风口	避开风口	避开风口
	综合结论	选址基本可行	选址基本可行	选址基本可行

3.2.5 施工方法（工艺）分析评价

（1）施工方法

路基工程施工前主体已实施表土剥离措施，剥离表土临时堆放在路基两侧并临时撒播草木樨，后期用于路基边坡及两侧覆土，施工过程中，修半幅，利用半幅的施工工艺，减少了施工过程中临时占地，满足水土保持要求。

主体工程设计路基开挖、填筑以机械施工为主，人力施工为辅，采用水平分层全断面填筑方法施工，逐段逐层向上填筑。将路基沿线用地范围内的坑洞用挖方地表土进行回填并压实，用平地机整平，在路基范围内全面进行填前压实。路基填筑采取挖、装、运、推、平、压一系列的机械化流水作业，摊平土方时每层摊铺厚度控制在 40cm 以内，要求挂线施工，每层填压的土方均要平行于最终的路基表面。路基挖方段和填方段同步进行，有利于路基挖方的利用，尽量减少弃土及占地，同时公路建设过程中，尽量利用原有道路，其中左侧利用 102 线改扩建长度 10.38km，右侧利用梅岱公路长度 7.12km、利用 204 县道 2.32km，全幅新建道路长度 31.60km，对于利用旧路进行改扩建地段，外侧水土保持设施不进行损坏，对于新建道路两侧进行水土保持措施防护，减少了占地面积及植被损坏，符合水土保持的要求。

根据项目区地质条件，大桥基础采用钻孔桩基础，钻孔桩施工时，为不使地表水进入孔内，保持泥浆的表面高程，选择适合地质条件的扩筒，保证孔口不坍塌，采用现场混凝土浇灌墩柱的方法建筑桩基。钻孔的泥浆及时清运至弃土场。主体工程对桥涵施工工艺和施工顺序设计基本合理，中、大桥施工利用桥位两侧路基及台背，大桥箱梁预制及钢筋加工集中利用桥位两侧的公路永久占地进行施工，待桥梁下部结束后，将已经预制好的箱梁由两侧同步进行安装，安装结束后，桥位两侧路基及台背开始逐层填筑的施工工艺，这样既可以缩短材料及梁板安装的运距，节约成本，又不影响工期和质量，同时减少了土地的临时征用。可有效减少水土流失发生。

建筑施工采用机械结合人工的施工方法。建筑物基础填筑土方全部利用基础和基槽开挖土方，剩余挖方就地平整。地下管线及管道施工采用分区分段自上而下，且相邻、相同埋深管、沟及临近的地下设施尽量一次开挖施工，同时保持基

坑边坡土体稳定、基面不受扰动，从而减少了施工过程中土壤的风、水蚀。

涵洞施工采用机械结合人工的施工方法。设计利用原地形的自然地势移挖作填，既可减少施工开挖和回填量，也能减少对地面的扰动，起到降低土壤风蚀沙化的作用，以减少施工过程中的水土流失。

供电线路架杆的施工程序为：先将表土挖起放至基坑一侧，与下层生土分开堆放，架杆，土方回填时先填生土，最后回覆表层土。施工结束后在施工区恢复植被。

取土场开采采用机械结合人工的施工方法。取土过程中边坡按 1: 2 成坡，保证取土安全，土方由自卸汽车运输，分层取土，取土结束后进行削坡及坡底平整，推土机推平，最终回覆表土植被恢复。

弃土场施工前先进行表土剥离，采用机械结合人工的施工方法。弃土由自卸汽车运输，由下而上弃土，推土机推平，机械碾压，最终回覆表土植被恢复。

施工便道采用机械平整、沿原地形的自然地势移挖作填，不产生弃方，既可减少施工开挖和回填量，也能减少对地面的扰动，起到降低土壤风蚀沙化的作用，以减少施工过程中的水土流失。

拌合站及预制场场地平整前先对场地内有表土的区域进行表土剥离，临时堆放在场内空地，后期用于迹地覆土。场平前利用原地形的自然地势移挖作填，既可减少施工开挖和回填量，也能减少对地面的扰动，起到降低土壤风蚀沙化的作用，以减少施工过程中的水土流失。

(2) 施工工艺

主体工程设计施工工艺从水土保持角度分析，基本满足要求，由于施工工艺与水土保持关系较大，本方案对施工工艺进行分析和评价，详见表 3-2。

表 3-2 施工工艺水土保持分析与评价

序号	施工区域	施工工艺	水土保持分析与评价
1	路基工程	剥离表土、路基开挖、填筑以机械施工为主，人力施工为辅，采用水平分层全断面填筑方法施工，逐段逐层向上填筑。路基施工前需先将路基表层土进行剥离。	基本符合要求，清除的路基表层土采取了临时防护措施。
2	桥梁工程	大桥基础采用钻孔桩基础，钻孔桩施工时，选择适合地质条件的扩筒，现场混凝土浇灌墩柱的方法建筑桩基。钻孔的泥浆进入泥浆池，施工结束后，将泥浆池回填平整。	基本符合水土保持要求，施工期间定期清除泥浆池的泥沙等沉积物，及时清运。
3	管理服务区	场平前先进行表土剥离，建构筑物及场地平整采取机械结合人工施工方法，并尽量一次施工完毕。	场地集中施工可减少土体裸露时间，从而减少水土流失二次扰动
4	供电线路	先将表土挖起放至基坑一侧，与下层生土分开堆放，架杆，土方回填时先填生土，最后回复表层土。	自上而下开挖，分层堆土，分层回填，有利于保护表土，符合水土保持要求。
5	取土场	开采采用机械结合人工的施工方法。取土过程中边坡按 1:2 成坡，土方由自卸汽车运输，分层取土，取土结束后进行削坡及坡底平整，推土机推平，最终回覆表土植被恢复。	取土过程中边坡按 1:2 成坡，分层取土，取土结束后进行削坡及坡底平整，最终回覆表土植被恢复。
6	弃土场	弃土场排弃施工采用机械结合人工的施工方法。弃土由自卸汽车运输，由下而上弃土，推土机推平，机械碾压，最终回覆表土植被恢复。	弃土场由下而上弃土，后期全部进行植被恢复，满足水土保持要求。
7	拌合站及预制场	场平前先进行表土剥离，场地平整采取机械结合人工施工方法，并尽量一次施工完毕。	场地集中施工可减少土体裸露时间，从而减少水土流失二次扰动
8	施工便道施工	平整时，采用机械结合人工的施工方法。施工场地设置围栏或其它边界设施，严格限制施工活动范围。设计利用原地形的自然地势移挖作填，可减少施工开挖和回填量。	场地平整移挖做填，无弃土产生，基本符合要求。

综上所述，主体工程通过合理安排施工时序，尽量充分利用挖方，并将弃土量控制在最小；主体工程注重表土的利用，工程施工前先进行表土剥离并单独堆放。尽量安排交叉施工，以缩短施工工期。从水土保持的角度来评价，有利于减少施工过程中的水土流失；施工组织、施工方法及施工工艺等尽量从减少水土流失及保护生态环境等方面考虑，基本符合水土保持要求。

(3) 主体工程施工组织分析与评价

主体工程进行了施工组织设计，包括成立施工总指挥部，布置拌合站及预制场，制定施工方案、施工工期和施工时序，安排施工进度等。

① 拌合站及预制场

根据工程建设需要，全线共设拌合站及预制场 4 处，其中 2 处租用，其余 2 处总占地 17.00hm²。工程施工准备期先成立施工指挥部，施工指挥部的设立，保证了本项目施工的顺利实施。指挥部租用原有厂房，不新增占地，符合水土保持

要求；K53+000 左侧设置的预制场、拌合站租用原有合作社，目前已撤场，进行了场地清理，已进行移交；K65+500 处拌合站、预制场占地类型为林地，目前已恢复为林地，但目前植被成活率较低，需新增补植补种，达到保持水土的效果；K88+500 处拌合站、预制场占用生产力较弱的草地，目前已恢复为草地，符合水土保持要求；K99+500 处拌合站、预制场租用原有拌合站，不新增占地，符合水土保持要求，目前租赁结束，施工单位已撤场。根据主体工程设计资料分析，各施工场地布置合理且利用率高，占地面积少且可以满足施工活动的需要；拌合站及预制场周边设置了围栏，可有效防止施工出界对周边的扰动和破坏；确立了在施工准备期进行施工便道修筑、场地平整、工棚及库房建设、通电、通水及通路等；在施工建设期进行区间路基开挖、填筑、桥梁施工、边坡防护及排水工程等施工方案，为项目建设提供了有力的保障。

② 施工便道

本段公路一侧新建纵向施工便道 5000m，宽 6m，新建弃土场施工便道 795m，新建预制场拌合站施工便道 3370m，满足施工要求。

③ 施工时序

本工程总建设工期 29 个月，主体工程已于 2015 年 6 月开始施工准备，2017 年 10 月建成。施工进度安排比较紧凑合理，在满足工程施工需要的同时，尽量缩短了施工工期和地表的裸露时间，可减少施工过程中的水土流失。

从施工时序上看，在施工期先行修筑施工便道、进行施工场地平整；在施工建设期，路基工程和管理服务区施工时序同步进行，路基开挖土方大于填方，填方全部利用挖方。这样既有利于土方的就近调动，又可缩短运距，减少运输过程中的水土流失；施工时序满足水土保持的要求。

施工用水采利用水车拉水，施工用电先期建设，既方便又经济，并能满足施工要求。

3.2.6 主体工程的具有水土保持功能工程的分析评价

1、路基及两侧防治区水土保持措施分析评价

施工前，剥离表土、集中堆放于表土临时堆放场、种草临时防护。施工结束后，路基填方高度小于等于 2.5 米的边坡种草护坡；填方高度小于 4 米大于 2.5 米的边坡，采用鱼鳞形骨架内种草防护；填方路基高度大于 4 米，采用拱形骨架

内种草护坡；土质挖方坡面坡脚设置浆砌片石加固带，坡面实施穴栽柠条苗防护，全风化、强风化岩质挖方边坡，设置一级或两级浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内空心六棱砖种草防护；岩质深路堑段，坡面采用防护网护坡；高填方路基两侧护坡道平台及边坡种草防护；碎落台采用六棱空心砖内种草铺砌。一般挖方地段采用浅碟形边沟，经过村镇路段采用盖板矩形边沟，当路基横向有汇水时路堤坡脚处设置排水沟，路堑边坡大于 2 米地段坡顶外设置截水沟，截水沟扰动区种草恢复植被。经过耕地路段坡脚处修筑挡水埝，路堑边坡大于 6 米地段，进行边坡分级，在分级平台内侧修矩形排水沟，并顺接至路基边坡急流槽。填高大于 2.5 米边坡设置边坡急流槽，路基两侧共设置三处蒸发池，在梅岱线作为一幅道路，新建一幅道路的路基两侧平均宽度为 12.8m，采取栽植金叶榆及山桃的方式绿化，中央隔离带栽植一行乔木，林下种草防护；表土堆放迹地种草恢复植被。

桥头边坡浆砌片石防护，桥下扰动区土地平整。主体已实施水土保持措施满足水土保持要求。

2、管理服务区防治区水土保持措施分析评价

施工前，剥离表土、集中堆放并种草临时防护。施工中，服务区与养护工区挖方坡顶外设置土质截排水沟、浆砌石截排水沟；服务区围墙外西侧、南侧填方边坡采用鱼鳞形骨架内种草护坡，并在边坡上设置矩形急流槽及底部出口消力池，消能后自然散排到服务区南侧林地内；服务区场地雨水通过地形坡度散排进入路基排水沟，养护工区场地雨水通过浆砌石排水沟进入蒸发池，再由抽水泵将蒸发池多余的雨水排出场外。施工结束后，建筑物周边空地实施土地整治、绿化防护，主体已实施水土保持措施满足水土保持要求。

3、取土场防治区水土保持措施分析评价

施工结束后，三侧边坡进行削坡处理；边坡及坑底实施土地整治，并种草恢复植被，主体已实施水土保持措施满足水土保持要求。

4、弃土场防治区水土保持措施分析评价

弃土场施工前先进行表土剥离，剥离的表土运于路基及两侧表土堆放区进行统一防护，弃土结束后对边坡进行削坡，削坡后对边坡及平台进行土地整治后回覆 20cm 厚表土，然后撒播种草恢复植被，目前植被生长状况良好，覆盖率较高。

K57+300 处弃土场西南侧边坡坡度较大，目前已对西南侧边坡进行了二次削

坡工程。同时对弃渣场裸露地表及部分裸露地表进行了补植补种措施，在弃土场平台修筑了挡水围埂，挡水围埂将平台汇集的雨水通过急流槽进入到消力池，最终通过排水沟排入自然沟道内，同时方案将新增挡渣墙防护措施来保证弃渣场的稳定，对施工扰动区域撒播种草恢复植被，同时后续公路运行过程中，建设单位要加强弃土场的监测及防护措施。

K58+200 弃土场布置在坡顶和坡面位置，弃土场南侧距离本工程 60m。弃土场地形为东南侧高，西北侧低，最终排弃高度低于南侧原地形坡面，固不会对南侧本公路造成重大影响，目前已对弃渣场裸露地表及部分裸露地表进行了补植补种措施，在弃土场平台修筑了挡水围埂，挡水围埂将平台汇集的雨水通过急流槽进入到消力池，最终通过排水沟排入自然沟道内，同时后续公路运行过程中，建设单位要加强弃土场的监测及防护措施。

LK00+800 弃土场布置在沟头位置，弃土场南侧临路，最终弃土同公路齐平，弃土场西侧靠近天然沟道，目前已对弃渣场裸露地表及部分裸露地表进行了补植补种措施，对占用沟道部分已进行清理，清理后弃土场不再占用天然沟道，为了减少降雨对弃土场边坡的冲刷，方案将在弃土场西侧新增浆砌石护脚墙进行防护，对施工扰动区域撒播种草恢复植被，同时后续公路运行过程中，建设单位要加强弃土场的监测及防护措施。

5、拌合站及预制场防治区水土保持措施分析评价

施工前，剥离表土，集中堆放并种草临时防护。施工结束后，扰动区实施土地整治，造林种草恢复植被。但目前植被成活率较低，长势较差，需对 K65+500 处拌合站及预制场进行补植补种防护措施来满足水土保持要求。

6、施工便道防治区水土保持措施分析评价

施工结束后，扰动区土地整治，种草防护。目前植被生长状况良好，覆盖率较高。已实施的水土保持措施满足水土保持要求。

7、供电线路防治区水土保持措施分析评价

施工结束后，扰动区种草恢复植被。目前植被生长状况良好，覆盖率较高。已实施的水土保持措施满足水土保持要求。

表 3-3 具有水土保持功能工程的综合分析及评价结果表

分区	主体工程设计的水土保持工程		方案需补充完善或新增的措施
	主体工程设计的内容	问题与不足	
路基及两侧	表土剥离、种草护坡、护坡道平台及边坡种草防护、鱼鳞形骨架内种草护坡、拱形骨架内种草护坡、浆砌片石桥头防护、路堑挖方坡脚 M10 浆砌片石加固带、坡面穴栽柠条、碎落台六棱空心砖内种草铺砌、浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内六棱砖种草防护、防护网防护、路基浅碟形边沟、矩形盖板边沟、截水沟、挡水埝、矩形平台排水沟、急流槽、蒸发池、造林种草、临时撒播草木樨。	无	
管理服务区	表土剥离、截排水沟、蒸发池、急流槽、消力池、鱼鳞形骨架内种草护坡、绿化防护、临时撒播草木樨。	无	
取土场	削坡、土地整治、种草防护	无	
弃土场	表土剥离、削坡、土地整治、挡水围埂、排水沟、急流槽、消力池、撒播种草、补植补种、临时防护	缺少挡渣墙工程防护措施、浆砌石护脚墙防护工程及施工扰动区种草	新增挡渣墙、浆砌石护脚墙及施工扰动区种草
拌合站及预制场	表土剥离、土地整治、造林种草、临时撒播草木樨。	K65+500 拌合站及预制场植被恢复较差	补植补种
施工便道	土地整治、种草	无	
供电线路	种草	无	

3.3 水土保持措施界定

(1) 界定情况

通过对主体设计中具有水土保持功能工程的分析评价，按《生产建设项目水土保持技术标准》中的界定原则，将表土剥离、土地整治、种草护坡、护坡道平台及边坡种草防护、鱼鳞形骨架内种草护坡、拱形骨架内种草护坡、浆砌片石桥头防护、路堑挖方坡脚 M10 浆砌片石加固带、坡面穴栽柠条苗、碎落台六棱空心砖内种草铺砌、浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内六棱砖种草防护、防护网防护、路基浅碟形边沟、矩形盖板边沟、截水沟、挡水埝、矩形平台排水沟、急流槽、蒸发池、造林种草、削坡、土地整治、挡水围埂、消力池、补植补种、临时撒播草木樨界定为水土保持措施。

(2) 主体设计中的水土保持措施工程量及投资

表 3-4 主体设计并已实施水土保持措施工程量及投资表

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	投资 (万元)	
路基及两侧	工程措施	表土剥离	19.97	万 m ³	243.83	
		绿化覆土	18.67	万 m ³	301.89	
		鱼鳞形骨架防护	6.43	hm ²	1672.83	
		拱形骨架护坡	5.78	hm ²	543.78	
		浆砌片石桥头防护	0.14	hm ²	17.60	
		浆砌石护脚墙防护	0.79	hm ²	281.26	
		碎落台六棱形空心砖防护	1.41	hm ²	1332.87	
		浆砌片石窗孔式护面墙	2.78	hm ²	833.53	
		防护网防护	1.18	hm ²	124.43	
		边沟防护	17705	m	364.00	
		截排水沟	7950	m	210.33	
		挡水埝	38400	m	63.94	
		平台排水沟	3470	m	101.10	
		急流槽	28593	m	239.44	
		蒸发池	3	座	26.36	
		植物措施	边坡种草	9.22	hm ²	44.72
	护坡道平台及边坡种草		19.02	hm ²	92.25	
	鱼鳞形骨架内种草		4.31	hm ²	20.90	
	拱形骨架内种草		3.76	hm ²	18.24	
	六棱形空心砖内种草		0.84	hm ²	4.07	
	窗孔内空心六棱砖种草		0.5	hm ²	2.43	
	边坡穴栽柠条苗		2.08	hm ²	15.02	
	中央分隔带绿化		9.14	hm ²	67.61	
	截水沟施工区种草		3.08	hm ²	14.94	
	部分路基两侧栽植绿化		9.12	hm ²	30.92	
	表土堆放迹地种草		15.12	hm ²	73.33	
	临时措施	撒播草木樨	15.12	hm ²	73.33	
	连接线	工程措施	绿化覆土	0.65	万 m ³	10.51
			浆砌石护脚墙防护	0.32	hm ²	113.93
			边沟防护	7860	m	248.17
			截排水沟	1190	m	31.48
			挡水埝	5400	m	8.99
			急流槽	480	m	4.02
植物措施		边坡种草	2.06	hm ²	9.99	
		边坡穴栽柠条苗	1.32	hm ²	9.53	
管理服务区	工程措施	表土剥离	1.15	万 m ³	14.04	
		绿化覆土	1.15	万 m ³	18.60	
		浆砌石截排水沟	452	m	11.96	
		土质截排水沟	300	m	1.06	
		鱼鳞形骨架防护	0.14	hm ²	36.42	

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	投资 (万元)
		蒸发池	1.00	座	8.79
		急流槽	80.00	m	0.67
		消力池	13.00	座	0.17
	植物措施	管理服务区内空地绿化	3.78	hm ²	62.29
		鱼鳞形骨架内种草	0.09	hm ²	0.44
临时措施	撒播草木樨	0.48	hm ²	2.33	
取土场	工程措施	削坡	3800	m ³	2.40
		绿化覆土	0.20	万 m ³	3.23
		土地整治	0.98	hm ²	1.35
	植物措施	边坡及坡底种草	0.98	hm ²	4.75
弃土场	工程措施	表土剥离	1.72	万 m ³	21.00
		绿化覆土	2.17	万 m ³	35.09
		削坡	24100	m ³	15.23
		土地整治	8.36	hm ²	11.85
		挡水土围堰	1132	m	2.59
		浆砌石排水沟	306	m	8.10
		管式急流槽	130	m	2.76
	植物措施	边坡及平台种草	8.36	hm ²	60.43
		补植补种	0.70	hm ²	3.40
拌合站及预制场	工程措施	表土剥离	3.40	万 m ³	41.51
		绿化覆土	3.40	万 m ³	54.98
		土地整治	17.00	hm ²	23.42
	植物措施	迹地造林种草	17.00	hm ²	134.73
	临时措施	撒播草木樨	0.97	hm ²	4.70
施工便道	工程措施	土地整治	3.48	hm ²	4.79
	植物措施	迹地种草	3.48	hm ²	16.88
供电线路	植物措施	施工区种草	0.55	hm ²	2.67

(3) 结论

①从工程选址合理性角度分析，本工程选址合理。

②从占地、扰动地表面积和土石方工程量角度分析，本工程选址合理，满足总体规划布局的要求，并满足水土保持要求。

③项目选址满足对主体工程的约束性规定，不涉及绝对禁止类行为；主体工程施工组织设计、工程管理等方面满足对主体工程的约束性规定，项目建设无明显水土保持制约性因素。虽然项目区位于黄河多沙粗沙国家级水土流失重点治理区和自治区水土流失重点治理区，生态环境脆弱，但是通过科学的施工组织、严格的施工控制可减少扰动范围；通过及时有效实施各项水土保持措施，可将生态环境影响降到最低程度。

综上所述，从水土保持角度分析本项目可行。

(4) 建议

主体工程下一步工作要根据本方案中提出的防护措施，结合工程设计加以落实，并在实施中加以细化，增强防治水土流失的效果，有效地改善建设区生态环境。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

(1) 丰镇市、凉城县水土流失现状

根据第一次全国水利普查《内蒙古自治区水土保持情况公报》(2013年),丰镇市、凉城县水土流失情况见表4-1。

表4-1 丰镇市、凉城县土壤侵蚀现状表 单位: km²

侵蚀类型	行政区	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈	合计
水力侵蚀	丰镇市	380.52	55.85	17.53	1.81	0.02	455.73
	凉城县	783.31	175.48	131.38	64.26	0.75	1155.18
	小计	1163.83	231.33	148.91	66.07	0.77	1610.91
风力侵蚀	丰镇市	42.93	171.25	14.16	1.65		229.99
	凉城县	0.33	0.00	0.00	0.06		0.39
	小计	43.26	171.25	14.16	1.71		230.38

(2) 工程建设区水土流失现状

根据《全国水土保持区划(试行)》(水利部办水保〔2012〕512号)凉城县属于全国水土保持区划中的西北黄土高原区-宁蒙覆沙黄土丘陵区-阴山山地丘陵蓄水保土区。丰镇市属于北方土石山区-太行山山地丘陵区-太行山西北部山地丘陵防沙水源涵养区,根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)。容许土壤流失量是土壤侵蚀速率与成土速度基本平衡。项目区以水力侵蚀为主,容许土壤流失量为1000t/km²·a。在对项目区土壤结构、植被盖度、地面坡度及大风和降雨强度等现状调查分析的基础上,收集项目区所在地遥感资料,通过判读遥感图件,而确定项目区的水土流失现状,确定原地面土壤水蚀模数为2500t/km²·a,风蚀模数为1000t/km²·a。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失成因调查与分析

项目在建设过程中,因施工场地平整、建(构)筑物基础开挖、道路开挖、回填造成土、石方移动,人为扰动地面、构筑各类人工平台、边坡,在大风和降雨的作用下,诱发、加剧新的水土流失,因而造成项目区水土流失的原因既有自然因素又有人为因素。

(1) 自然因素

工程建设中造成水土流失的自然因素主要为侵蚀外营力和下垫面。侵蚀外营力主要包括风力、水力和重力三种,项目区以水力侵蚀为主,兼有风力侵蚀;下垫面主要有地

形地貌、土壤物质组成和结构、植被盖度等。

风力：风力是造成土壤风蚀的主要动力。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和历时。强劲的大风构成风力侵蚀的动力源。

降水：高强度、短历时的降水是导致土壤水力侵蚀的直接动力。

下垫面：项目所在区土壤类型为栗钙土，土壤瘠薄，养分含量低，结构较松散、抗蚀能力差，是土壤风蚀丰富的物质来源。项目区植被类型为典型草原，植被盖度 30%左右。工程建设将破坏原地表的植被，使土壤抗蚀性能力下降乃至丧失，加剧原地表的土壤侵蚀。

(2) 人为因素

根据本工程建设特点，影响水土流失因素中人为因素即工程建设期各种施工活动，如路基开挖、回填，拌合站及预制场平整，建（构）筑基础开挖、回填、建筑材料堆放、施工机械碾压、道路修筑破坏扰动区的生态系统平衡及土壤侵蚀力与抗侵蚀力之间的平衡，改变建设区域的地形地貌，破坏水土资源和植被，如果不采取防护措施，人为因素对地貌的再塑最终将导致水土流失的加剧。自然恢复期，各建设区域均未发生施工活动，但裸露地表植被和土体结构尚未恢复或形成稳定的状态，需要一段时间的恢复过程才能达到原始背景状态，因此，在恢复过程中仍旧存在一定量的水土流失。

表 4-2 水土流失因素分析表

序号	项目名称	时期	产生水土流失的因素
施工期（含施工准备期）			
1	路基及两侧	施工期	机械开挖，临时堆土、机械及人员频繁扰动，对地表土体和植被占压和扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
2	管理服务区	施工期	场地平整，临时堆土、机械及人员频繁扰动，对地表土体和植被占压和扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
2	供电线路	施工期	人员和机械来往碾压，破坏原地貌及植被，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
4	拌合站及预制场	施工期	场地平整，临时建构筑物对地表土体和植被占压和扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
5	施工便道	施工期	机械开挖、机械及人员频繁扰动，对地表土体和植被占压和扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
6	取土场	施工期	机械开挖、土方调运、机械及人员频繁扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
6	弃土场	施工期	弃土对原地貌的占压，施工机械及人员频繁扰动，使土壤侵蚀强度较原地貌增加，引发水土流失。
自然恢复期			
1	项目区	自然恢复期	裸露地表植被和土体结构尚未恢复或形成稳定的状态，需要一段时间的恢复过程才能达到原始背景状态，在恢复过程中仍旧存在一定的水土流失

4.2.2 扰动地表、损毁植被面积

根据实地调查,结合主体工程设计资料,本项目共扰动地表、损毁植被面积 270.06hm²。详见表 4-3。

表 4-3 扰动地表、损毁植被面积表 单位 hm²

建设区		建设期占地			建设期建设区内占地类型				
		永久占地	临时占地	占地面积	草地	林地	交通运输用地	耕地	
路基及两侧	主线	路面	114.02		114.02	5.35	23.94	32.40	52.33
		路基边坡	29.81		29.81	8.06	7.50	4.93	9.32
		桥涵	4.75		4.75	4.35			0.40
		中央隔离带	9.77		9.77	1.33	2.34	0.39	5.71
		截排水工程	9.72		9.72	2.53	4.67		2.52
		碎落台及护坡道	20.43		20.43	3.15	4.88	0.78	11.62
		路基两侧空地	9.12		9.12	1.29	2.44	0.42	4.97
		路基两侧临时堆土区		15.12	15.12	15.12			
		路堑截水沟内侧空地	3.08		3.08	3.08			
		小计	200.70	15.12	215.82	44.26	45.77	38.92	86.87
	连接线	路面	5.99		5.99	0.04	2.27	3.62	0.06
		路基边坡	3.70		3.70		1.56	2.14	
		桥涵	0.01		0.01			0.01	
		截排水工程	1.34		1.34		0.60	0.74	
		小计	11.04		11.04	0.04	4.43	6.51	0.06
	合计		211.74	15.12	226.86	44.30	50.20	45.43	86.93
	管理服务区	建筑物及固硬化	6.18		6.18		6.18		
		空地	3.78		3.78		3.78		
		截排水工程	0.11		0.11		0.11		
鱼鳞形骨架防护		0.14		0.14		0.14			
小计		10.21		10.21		10.21			
取土场			0.98	0.98	0.98				
弃土场			8.60	8.60	8.60				
拌合站及预制场			17.00	17.00	13.00	4			
施工便道	路基施工便道		3.00	3.00	3.00				
	弃土场施工便道		0.48	0.48	0.48				
	拌合站及预制场施工		2.02	2.02			2.02		
	小计		5.50	5.50	3.48		2.02		
供电线路		0.01	0.90	0.91	0.91				
总计		221.96	48.10	270.06	71.27	64.41	47.45	86.93	

4.2.3 废弃土量

(1) 土石方工程量

本工程建设期挖填土石方总量 380.53 万 m³,其中挖方 198.30 万 m³,填方 182.23 万 m³,借方 44.89 万 m³,弃方 60.96 万 m³(含建筑垃圾),弃土全部运至临近的弃土场。项目区共剥离表土 26.24 万 m³,表土后期全部用于绿化覆土。

(2) 废弃土石及生活垃圾

① 废弃土石: 本项目废弃土石全部运至沿线弃土场。

② 生活垃圾: 施工期间施工人数平均为 200 人,生活垃圾按 0.16kg/人 d 计,施工期

29 个月，施工期生活垃圾总量为 27.84t；委托当地环卫部门定期拉运至指定垃圾场妥善处置。

③建设过程中产生建筑垃圾等弃方 10.86 万 m³，全部弃于弃土场的弃土坑中。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

(1) 预测单元划分

由于各施工区工程建设内容不同，扰动地表强度、方式各有差异，根据主体工程总体布局、工程施工特点、对土地扰动强度及新增水土流失类型和分布，预测单元划分为路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路。

(2) 预测单元面积

施工期：施工期各建设区域水土流失普遍存在，考虑季节的影响因素，工程建设期为 29 月。施工期水土流失面积为 270.06hm²。

自然恢复期：各单元施工扰动结束后，除被建构筑物占压和硬化的区域外，其它区域全部植被恢复。经统计分析工程设计资料，自然恢复期项目建设区水土流失预测面积为 114.34hm²。

表 4-4 预测单元面积表 单位: hm²

建设区		施工期	自然恢复期	
路基及两侧	主线	路面	114.02	
		路基边坡	29.81	20.40
		桥涵	4.75	
		中央隔离带	9.77	9.14
		截排水工程	9.72	
		碎落台及护坡道	20.43	19.86
		路基两侧空地	9.12	9.12
		路基两侧临时堆土区	15.12	15.12
		路堑截水沟内侧空地	3.08	3.08
	小计	215.82	76.72	
	连接线	路面	5.99	
		路基边坡	3.70	3.38
		桥涵	0.01	
		截排水工程	1.34	
		小计	11.04	3.38
合计		226.86	80.10	
管理服务区	建筑物及固硬化	6.18		
	空地	3.78	3.78	
	截排水沟	0.11		
	坡面防护	0.14	0.09	
	小计	10.21	3.87	
取土场		0.98	0.98	
弃土场		8.60	8.36	
拌合站及预制场		17.00	17.00	
施工便道	路基施工便道	3.00	3.00	
	弃土场施工便道	0.48	0.48	
	拌合站及预制场施工	2.02		
	小计	5.50	3.48	
供电线路		0.91	0.55	
总计		270.06	114.34	

4.3.2 预测时段

本项目属于建设类项目,根据主体工程进度安排和项目区扰动的地形地貌分析,水土流失预测时段划分为施工期和自然恢复期。

(1) 施工期(含施工准备期)

施工期活动主要包括路基开挖,填筑,管理服务区场地平整等工程。此阶段的水土流失类型复杂、分布面宽、水土流失严重,是重点预测时段。本工程于2015年6月开工,已于2017年10月底完工,建设期29个月。施工期预测时间应按连续12个月为一年计;不足12个月,但达到一个雨(风)季长度的,按一年计;不足一个雨(风)季长度的,按占雨(风)季长度的比例计算。该区域水力侵蚀的主要发生时段在雨季,若某一施工单元施工时段跨越6~9月,水力侵蚀期应视为1年,若期间经历1个月,水力侵蚀期按0.25年计算。项目区风力侵蚀主要发生时段为3-5月和10-12月,若施工时经

历 1 个月，风力侵蚀期按 0.17 年计算。

(2) 自然恢复期

自然恢复期为施工扰动结束后，在不采取水土保持措施的情况下，土壤侵蚀强度自然恢复到扰动前土壤侵蚀强度所需要的时间，应根据当地自然条件确定。本项目区属半干旱地大陆性气候区，确定自然恢复期为 5 年。

水土流失预测时段详见表 4-5。

表 4-5 水土流失预测时段

建设区		施工进度	施工期		自然恢复期 (年)	
			风蚀	水蚀		
路基及两侧	主线	路面	2015.6~2017.6	2.0	2.25	5
		路基边坡	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		桥涵	2015.6~2017.9	2.0	3.00	5
		中央隔离带	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		截排水工程	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		碎落台及护坡道	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		路基两侧空地	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		路基两侧临时堆土区	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		路堑截水沟内侧空地	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
	小计					
	连接线	路面	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		路基边坡	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		桥涵	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		截排水工程	2015.6~2017.10	2.17	3.00	5
		小计				
合计						
管理服务区	建筑物及固硬化	2016.3~2017.10	1.67	2.00	5	
	空地	2016.3~2017.10	1.67	2.00	5	
	截排水工程	2016.3~2017.10	1.67	2.00	5	
	坡面防护工程	2016.3~2017.10	1.67	2.00	5	
	小计					
取土场		2015.7~2017.5	2.00	1.75	5	
弃土场		2015.7~2017.5	2.00	1.75	5	
拌合站及预制场		2015.6~2017.8	2.00	2.75	5	
施工便道	路基施工便道	2015.6~2017.8	2.00	2.75	5	
	弃土场施工便道	2015.6~2017.8	2.00	2.75	5	
	拌合站及预制场施工	2015.6~2017.8	2.00	2.75	5	
	小计					
供电线路		2015.6~2015.7		0.50	5	

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 原地貌土壤侵蚀模数的确定

根据《全国水土保持区划(试行)》(水利部办水保〔2012〕512号),凉城县属于全国水土保持区划中的西北黄土高原区、丰镇市属于北方土石山区,经综合分析,其容许土壤流失量取 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。按照水利部行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-

2007), 结合《全国第二次土壤侵蚀遥感普查》结果、内蒙古自治区水利科学研究院《内蒙古遥感监测与数字图开发》和外业实地调查情况, 确定项目区范围内原地貌水力侵蚀模数 $2500t/km^2 \cdot a$, 风力侵蚀模数 $1000t/km^2 \cdot a$ 。

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数的确定

1、引用资料类比分析

根据本工程建设进度情况, 本工程已经建设完工, 根据《生产建设项目水土保持技术标准》要求, 结合本工程建设特点, 本工程建设期土壤侵蚀模数采取类比法确定。

本项目类比资料采用 110 国道卓资段的水土保持监测数据。110 国道卓资段距离本项目 30km, 已通过水土保持验收。乌兰察布市水土保持生态环境监测站于 2005 年 8 月~2007 年 10 月对该路段进行了监测, 在路基、临时弃土堆、等选取典型部位布置了定位监测点并进行动态监测, 取得了一些列实测数据。可作为本工程水土流失预测的依据。

A 类比条件分析: 进行两工程中各个影响水土流失因素和因子的可比性分析。见表 4-6。

表 4-6 建设项目区与类比区水土流失影响因子分析表

建设项目区	110 国道卓资段项目区	本建设项目区	类比分析
水土流失类型区划分	水蚀为主, 兼有季节性风蚀	水蚀为主, 兼有季节性风蚀	相同
地形地貌	低山丘陵区	低山丘陵区	相近
植被类型	典型草原	典型草原	相同
植被盖度 (%)	30%	30%	相同
土壤类型	栗钙土	栗钙土	相同
多年平均降雨 (mm)	403.6	392.6-436.8	相近
多年平均风速 (m/s)	3.1	2.6-2.7	相近

由上表可以分析得出: 本项目区与 110 国道卓资段项目区类比, 在水土流失类型区划分、地理分布、地形地貌、地面坡度、降雨、风速等影响水土流失因素方面相同或相似, 具有可比性, 因此, 本公路工程所经区域的土壤侵蚀模数可参照 110 国道卓资段项目区的水土流失监测结果。

B 水蚀监测结果

监测单位于 2005 年 8 月~2007 年 10 月的 2.5 个雨季对项目区水蚀情况进行了连续监测。监测单位分别在路堤边坡、路堑边坡和弃土场坡面侵蚀沟体积监测小区各 1 处, 并同时布设原地貌观测场 1 处进行对比观测, 监测区内年降雨量 403.6mm。

各观测小区监测的水蚀调查表见表 4-7, 水蚀强度结果见表 4-8。

C 风蚀强度监测, 监测单位于 2005 年 8 月~2007 年 10 月的 2 个雨季对项目区风蚀情况进行了连续监测。风蚀监测采用插钎小区, 采用插钎法和风速风向仪结合集砂仪进

行多点位、多频次监测。施工场地与弃土场各布设 1 处，并布设原地貌小区 1 处。观测期间风速最大值为 17.5m/s，平均风速为 3.1m/s，年大风日数为 64d。风蚀强度监测结果详见表 4-9。

表 4-7 110 国道卓资段路基边坡水蚀调查表

位置	坡度	坡长 (m)	斜面积 (m ²)	投影面积 (m ²)	高度 (m)	细沟				中沟				侵蚀量 (t)	面蚀量 (t)	总侵蚀 量 (t)	侵蚀 年限 (a)	侵蚀模 数 t/km ² ·a
						平均宽 (m)	平均深 (m)	平均长 (m)	沟数 (m)	平均宽 (m)	平均深 (m)	平均长 (m)	沟数 (m)					
路堤	35	16.1	161	141.8	8.1	0.12	0.03	5.6	10	0.15	0.11	11	7	2.21	0.03	2.24	2	5923
	31	10.9	109	106.8	6.1	0.12	0.03	4.8	21	0.13	0.09	7.8	10	1.91	0.02	1.93	2	6777
	平均																	6351
路堑	41	16.1	161	141.8	8.1	0.1	0.03	5.9	12	0.13	0.08	10.9	9	1.85	0.03	1.88	2	4972
	38	10.9	109	106.8	6.1	0.1	0.03	6.2	23	0.11	0.07	6.8	13	1.66	0.02	1.68	2	5900
	平均																	5436

表 4-8 110 国道卓资段弃土场边坡水蚀实测值

地点	斜面积 (m×m)	坡度 (°)	投影面积 (m ²)	侵蚀沟类 型	侵蚀沟平 均宽 (cm)	侵蚀沟平 均长 (cm)	侵蚀沟平 均深 (cm)	侵蚀沟数 (条)	侵蚀量 (t)	面蚀量 (t)	总侵蚀量 (t)	侵蚀年限 (a)	侵蚀模数 t/km ² ·a
弃土场边 坡	5×20	45	70.7	浅沟	19	170	10	8	0.39	0.01	0.6	1.3	6528

表 4-9 110 国道卓资段风蚀情况监测结果表

项目地点	样方(m×m)	坡度 (°)	样方		样方			风力侵蚀模数 t/km ² ·a
			插钎行距 (m)	插钎间距 (m)	风蚀厚度 (mm)	年限 (a)	侵蚀量 (kg)	
施工场地	6×10	5	3	1	1.84	1	148.64	2487
弃土场	6×10	5	3	1	1.86	1	150.66	2520
备注	土壤容重: 1.35; 侵蚀模数=侵蚀量/水平投影面积×侵蚀年限							

2、本工程建设期侵蚀强度

本工程距离类比区较近，气候、土壤、地形地貌、植被类型及植被盖度基本相同，所以本工程各建设区的扰动地貌风水蚀强度可利用以上实测数据，考虑到扰动强度相近，对侵蚀模数进行适当调整。水蚀模数在监测结果的基础上扩大为1.05倍，风蚀模数直接利用监测结果，本公路工程建设期各预测单元水蚀模数确定为6100~6600t/km²·a，风蚀模数为2100~2500t/km²·a。

自然恢复期土壤侵蚀强度将逐渐降低，最终达到原地貌水平。开发建设活动停止后，人为活动的影响减小，施工扰动区域在植被恢复的情况下，其土壤侵蚀强度要低于施工活动存在的情况，也就是说第一年中随着土壤的自然沉降、变形、植被生长等，水土流失强度将逐步降低，而第二年的情况就弱于第一年，根据调查情况，本工程建设扰动区在自然恢复期的第五年基本可以达到原地貌水平。因此，自然恢复期第一年水蚀模数按施工期扰动地表侵蚀模数考虑，第五年按达到原地貌水平考虑，则植被自然恢复期内预测取平均土壤侵蚀模数进行计算。

预测结果见表4-10。

表 4-10 扰动后土壤侵蚀模数预测表 单位: t/km²·a

建设区			施工期		自然恢复期									
			风蚀模数	水蚀模数	风蚀模数					水蚀模数				
					第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年
路基及 两侧	主线	路面	2000	6100	1800	1500	1200	1050	1000	5020	3580	3220	2860	2500
		路基边坡	2400	6500	2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500
		桥涵	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500
		中央隔离带	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500
		截排水工程	2300	6300	2040	1650	1260	1065	1000	5160	3640	3260	2880	2500
		碎落台及护坡道	2200	5700	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500
		路基两侧空地	2200	5700	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500
		路基两侧临时堆土区	2400	6300	2120	1700	1280	1070	1000	5160	3640	3260	2880	2500
	路堑截水沟内侧空地	2200	5700	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500	
	连接线	路面	2000	6100	1800	1500	1200	1050	1000					
		路基边坡	2400	6500	2120	1700	1280	1070	1000	5020	3580	3220	2860	2500
		桥涵	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	5300	3700	3300	2900	2500
		截排水工程	2300	6300	2040	1650	1260	1065	1000	5160	3640	3260	2880	2500
	管理服务区	建筑物及硬化	2400	6500	2120	1700	1280	1070	1000	5160	3640	3260	2880	2500
空地		2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500	
截排水工程		2400	6500	2120	1700	1280	1070	1000						
坡面防护工程		2400	6500	2120	1700	1280	1070	1000						
取土场		2500	6600	2200	1750	1300	1075	1000	5300	3700	3300	2900	2500	
弃土场		2500	6600	2200	1750	1300	1075	1000	5160	3640	3260	2880	2500	
拌合站及预制场		2000	6600	1800	1500	1200	1050	1000	5300	3700	3300	2900	2500	
施工便道	路基施工便道	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	5300	3700	3300	2900	2500	
	弃土场施工便道	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000	5370	3730	3320	2910	2500	
	拌合站及预制场施工	2200	6300	1960	1600	1240	1060	1000						
供电线路		2100	6100	1880	1550	1220	1055	1000	5370	3730	3320	2910	2500	

4.3.4 预测结果

(1) 土壤流失量预测公式

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

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， $i=1、2、3、\dots\dots、n-1、n$ ；

F_{ji} — 第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积， km^2 ；

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

T_{ji} — 第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长， a 。

(2) 土壤流失量预测结果

根据工程建设可能造成的水土流失面积和水土流失强度，经预测工程建设期可能造成的水土流失总量为 82766t，其中新增水土流失量 42726t。施工期新增水土流失量 32086t，自然恢复期新增水土流失量为 10640t。预测工程建设可能造成水土流失量汇总表详见表 4-13。

4 水土流失分析与预测

表 4-11 施工期水土流失量预测结果表

建设区			水土流失面积 (hm ²)	预测时段(年)		扰动地貌			原地貌			新增水土 流失量 (t)
				风蚀	水蚀	风蚀模数 (t/km ² .a)	水蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量(t)	风蚀模数 (t/km ² .a)	水蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量(t)	
路基及两 侧	主线	路面	114.02	2.00	2.25	2000	6100	20210	1000	2500	8694	11516
		路基边坡	29.81	2.17	3.00	2400	6500	7365	1000	2500	2883	4483
		桥涵	4.75	2.00	3.00	2200	6300	1107	1000	2500	451	656
		中央隔离带	9.77	2.17	3.00	2200	6300	2313	1000	2500	945	1368
		截排水工程	9.72	2.17	3.00	2300	6300	2322	1000	2500	940	1382
		碎落台及护坡道	20.43	2.17	3.00	2200	5700	4469	1000	2500	1976	2493
		路基两侧空地	9.12	2.17	3.00	2200	5700	1995	1000	2500	882	1113
		路基两侧临时堆土区	15.12	2.17	3.00	2400	6300	3645	1000	2500	1462	2183
	路堑截水沟内侧空地	3.08	2.17	3.00	2200	5700	674	1000	2500	298	376	
	小计	215.82					44100			18530	25570	
	连接线	路面	5.99	2.17	3.00	2000	6100	1356	1000	2500	579	777
		路基边坡	3.70	2.17	3.00	2400	6500	914	1000	2500	358	556
		桥涵	0.01	2.17	3.00	2200	6300	2	1000	2500	1	1
		截排水工程	1.34	2.17	3.00	2300	6300	320	1000	2500	130	191
小计	11.04					2593			1068	1525		
合计	226.86					46693			19598	27095		
管理服务区	建筑物及固硬化	6.18	1.67	2.00	2400	6500	1051	1000	2500	412	639	
	空地	3.78	1.67	2.00	2200	6300	615	1000	2500	252	363	
	截排水工程	0.11	1.67	2.00	2400	6500	19	1000	2500	7	11	
	坡面防护工程	0.14	1.67	2.00	2400	6500	24	1000	2500	9	14	
	小计	10.21					1709			681	1028	
	取土场	0.98	2.00	1.75	2500	6600	162	1000	2500	54	108	
	弃土场	8.60	2.00	1.75	2500	6600	1423	1000	2500	548	875	
	拌合站及预制场	21.74	2.00	2.75	2000	6600	3766	1000	2500	1509	2257	
施工便道	路基施工便道	3.00	2.00	2.75	2200	6300	652	1000	2500	266	386	
	弃土场施工便道	0.48	2.00	2.75	2200	6300	104	1000	2500	43	62	
	拌合站及预制场施工便道	2.02	2.00	2.75	2200	6300	439	1000	2500	179	260	
	小计	5.50					1195			488	707	
	供电线路	0.91		0.50	2100	6100	28	1000	2500	11	16	
	总计	270.06					54975			22889	32086	

4 水土流失分析与预测

表 4-12 自然恢复期水土流失量预测结果表

建设区		水土流失面积 (hm ²)	自然恢复期										侵蚀量 (t)	原地貌			新增水土流失量 (t)	
			风蚀模数 (t/km ² .a)					水蚀模数 (t/km ² .a)						风蚀模数 (t/km ² .a)	水蚀模数 (t/km ² .a)	侵蚀量 (t)		
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年						
路基及两侧	主线	路面		1800	1500	1200	1050	1000	5020	3580	3220	2860	2500		1000	2500		
		路基边坡	20.40	2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500	5073	1000	2500	3060	2013
		桥涵		1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500		1000	2500		
		中央隔离带	9.14	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500	2221	1000	2500	1371	850
		截排水工程		2040	1650	1260	1065	1000	5160	3640	3260	2880	2500		1000	2500		
		碎落台及护坡道	19.86	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500	4671	1000	2500	2979	1692
		路基两侧空地	9.12	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500	2145	1000	2500	1368	777
		路基两侧临时堆土区	15.12	2120	1700	1280	1070	1000	5160	3640	3260	2880	2500	3721	1000	2500	2268	1453
		路堑截水沟内侧空地	3.08	1960	1600	1240	1060	1000	4740	3460	3140	2820	2500	724	1000	2500	462	262
	小计	76.72												18556			11508	7048
连接线	路面		1800	1500	1200	1050	1000	5020	3580	3220	2860	2500		1000	2500			
	路基边坡	3.38	2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500	841	1000	2500	507	334	
	桥涵		1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500		1000	2500			
	截排水工程		2040	1650	1260	1065	1000	5160	3640	3260	2880	2500		1000	2500			
	小计	3.38											841			507	334	
合计		80.10											19397			12015	7382	
管理服务区	建筑物及硬化		2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500		1000	2500			
	空地	3.78	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500	919	1000	2500	567	352	
	截排水工程		2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500		1000	2500			
	坡面防护工程	0.09	2120	1700	1280	1070	1000	5300	3700	3300	2900	2500	22	1000	2500	14	9	
	小计	3.87											941			581	360	
取土场		0.98	2200	1750	1300	1075	1000	5220	3380	2920	2460	2000	228	1000	2500	147	81	
弃土场		8.36	2200	1750	1300	1075	1000	5370	3730	3320	2910	2500	2103	1000	2500	1254	849	
拌合站及预制场		17.00	1800	1500	1200	1050	1000	5370	3730	3320	2910	2500	4145	1000	2500	2550	1595	
施工便道	路基施工便道	3.00	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500	729	1000	2500	450	279	
	弃土场施工便道	0.48	1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500	117	1000	2500	72	45	
	拌合站及预制场施工		1960	1600	1240	1060	1000	5160	3640	3260	2880	2500		1000	2500			
	小计	3.48											846			522	324	
供电线路		0.55	1880	1550	1220	1055	1000	5020	3580	3220	2860	2500	132	1000	2500	83	49	
总计		114.34											27791			17151	10640	

表 4-13 各预测单元水土流失量汇总表 单位: t

建设区		建设期						各预测单元新增量占新增总量的(%)	
		施工期		自然恢复期		流失量	新增量		
		流失量	新增量	流失量	新增量	合计	合计		
路基及两侧	主线	路面	20210	11516			20210	11516	26.95
		路基边坡	7365	4483	5073	2013	12439	6496	15.20
		桥涵	1107	656			1107	656	1.53
		中央隔离带	2313	1368	2221	850	4534	2218	5.19
		截排水工程	2322	1382			2322	1382	3.24
		碎落台及护坡道	4469	2493	4671	1692	9140	4185	9.80
		路基两侧空地	1995	1113	2145	777	4140	1890	4.42
		路基两侧临时堆土区	3645	2183	3721	1453	7366	3636	8.51
		路堑截水沟内侧空地	674	376	724	262	1398	638	1.49
		小计	44100	25570	18556	7048	62656	32618	76.34
	连接线	路面	1356	777			1356	777	1.82
		路基边坡	914	556	841	334	1755	890	2.08
		桥涵	2	1			2	1	0.00
		截排水工程	320	191			320	191	0.45
		小计	2593	1525	841	334	3433	1859	4.35
合计		46693	27095	19397	7382	66090	34477	80.69	
管理服务区	建筑物及固硬化	1051	639			1051	639	1.50	
	空地	615	363	919	352	1534	715	1.67	
	截排水工程	19	11			19	11	0.03	
	坡面防护工程	24	14	22	9	46	23	0.05	
	小计	1709	1028	941	360	2650	1388	3.25	
取土场		162	108	228	81	391	190	0.44	
弃土场		1423	875	2103	849	3526	1724	4.04	
拌合站及预制场		3766	2257	4145	1595	7910	3851	9.01	
施工便道	路基施工便道	652	386	729	279	1381	665	1.56	
	弃土场施工便道	104	62	117	45	221	106	0.25	
	拌合站及预制场施工便道	439	260			439	260	0.61	
	小计	1195	707	846	324	2041	1030	2.41	
供电线路		28	16	132	49	159	65	0.15	
总计		54975	32086	27791	10640	82766	42726	100.00	

4.4 水土流失危害分析

(1) 破坏土地资源

施工过程中,路基、管理服务区、拌合站及预制场、施工便道、弃土场等,将破坏和改变原有地貌,占压和破坏地表植被和土壤结构,永久占地使土地失去原有的生物生产功能和生态功能。

(2) 加大项目建设区及周边地区土壤侵蚀强度

工程建设扰动地表,破坏土壤结构,在当地干旱的气候条件下,易产生挟沙

风，加大对周边区域的风蚀强度。在同一风速下挟沙风与净风作用于同一种土壤引起的风蚀量具有明显差异，净风对保持植被自然土体结构并有一定植被盖度的土壤基本不产生风蚀，只有挟沙风作用于地表才产生风蚀。因此，本工程建设将加速项目区及周边地区的土壤风蚀的发生与发展。

(3) 为沙尘暴、扬沙天气提供物质源

在项目区干旱、多大风的自然条件下，大规模的开挖、扰动、破坏地表土，在当地强劲大风的作用下会使施工区成为局部风沙源地，促进局部扬沙天气的形成。

(4) 雨季加剧水力侵蚀，对下游产生危害

项目地处低山丘陵区，原地貌水力侵蚀强度为中度，大规模的挖掘、排弃，产生大量松散土石，在防护措施不到位情况下，雨季各裸露面将受到强冲刷，泥土进入自然沟道产生更为强烈的水土流失。

(5) 弃土场排水能力不足，存在冲沟的危害

K57+300 及 K58+200 弃土场边坡排水能力不足，存在冲沟等现象，如遇强降雨，弃土场平台汇集的水流会对边坡造成冲沟，会加大边坡的水土流失量，存在对下游沟道淤积堵塞的危险，通过对边坡修筑急流槽，减少降雨汇集后对坡面的冲刷。

4.5 指导性意见

4.5.1 对水土流失防治的指导性意见

(1) 水土流失重点防护对象和时段

从水土流失预测结果可以看出，本工程建设期对当地的影响主要表现为施工过程中对地面的扰动，不同程度地破坏、损坏原有地貌、土体结构和植被，使之丧失或降低原具有的保持水土功能，在遇到不利气象条件的情况下，将加剧地面的风蚀和水蚀。土建施工期是造成水土流失的主要时段，路基区、拌合站及预制场、弃土场、取土场是水土流失重点防治区域。

工程建设期已开展水土保持监理、水土保持监测工作，随着主体工程的进展情况，落实临时防护措施，工程措施、植物措施及时跟进，有效控制施工造成的

水土流失，及时恢复和改善建设区生态环境。

(2) 重点水土流失防治措施

无防护措施情况下的水土流失预测凸显了工程建设过程中防治水土流失的重要，根据气候和地形特点，本工程建设期大部分区域土壤侵蚀以水蚀为主，兼有风蚀，水土保持措施设计及布设应以防治风水蚀复合的治理。另外在施工过程中要严格控制施工临时占地面积，施工活动严格限制在施工作业面内部进行，尽量减少施工活动对地表的扰动和占压。

4.5.2 对水土保持监测的指导性意见

从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及水土保持工程实施效果等进行动态观测和分析。根据预测结果，有针对性地对不同区域不同时期采取不同的监测方法。

根据项目实际情况及施工进度安排，对工程建设期水土保持监测提出指导性建议，水土流失重点区域主要为路基及两侧、拌合站及预制场和弃土场区域，重点时段为施工期。

表 4-14 水土流失预测结果综合分析与评价表

项目建设区	防治措施			水土保持监测		
	工程措施	植物措施	临时防护	重点时段	监测内容	监测方法
路基及两侧	✓	✓	✓	施工期	措施落实情况、6项目目标达标情况	以沿线巡查、调查为主；结合定位观测。
管理服务区	✓	✓	✓			
供电线路		✓				
拌合站及预制场	✓	✓	✓			
施工便道	✓	✓				
取土场	✓	✓				
弃土场	✓	✓				

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

通过对项目区的实际调查，依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响对本项目进行以下分区。本项目为线性工程，位于丰镇市和凉城县，地形地貌属于低山丘陵区，气候类型区为中温带半干旱大陆性气候；根据项目组成划分为路基及两侧防治区、管理服务区防治区、拌合站及预制场防治区、施工便道防治区、取土场防治区、弃土场防治区及供电线路防治区等7个防治分区。

表 5-1 水土流失防治分区表 单位 hm^2

工程区	合计	分区特征	水土流失特点
路基及两侧防治区	226.86	大面积开挖、回填扰动，扰动时间长，集中在建设期。	带状风、水蚀复合侵蚀
管理服务区防治区	10.21	建设期基础开挖与回填、临时堆土、施工场地碾压成点状扰动。	片状风、水蚀复合侵蚀
取土场防治区	0.98	大面积开挖、取土同时进行，建设期扰动强度大	片状风、水蚀复合侵蚀
弃土场防治区	8.60	大面积开挖、排弃同时进行，建设期扰动强度大	片状风、水蚀复合侵蚀
拌合站及预制场防治区	17.00	建设期基础开挖与回填、临时堆土、拌合站及预制场碾压成点状扰动。	片状风、水蚀复合侵蚀
施工便道防治区	5.50	线性短期扰动，集中在建设期。	带状风、水蚀复合侵蚀
供电线路防治区	0.91	线性短期扰动，集中在建设期。	带状风、水蚀复合侵蚀
合计	270.06		

5.2 措施总体布局

5.2.1 总体防治思路

项目建设期水土流失防治责任范围内扰动土地全面整治，新增水土流失得到有效控制，原有水土流失得到治理。本工程水土保持措施总体布局结合工程实际

和项目区水土流失特点综合考虑，因地制宜，因害设防，工程措施、植物措施和临时措施有机结合，水土保持措施借鉴当地同类生产建设项目防治经验。

5.2.2 综合防治措施体系

根据项目组成，本项目共划为路基及两侧、管理服务区、取土场、弃土场、拌合站及预制场、施工便道及供电线路 7 个防治分区，在水土流失预测及分析评价主体工程中具有水土保持功能工程的基础上，结合工程现状实际情况，针对建设活动引发水土流失的特点和造成危害程度，采取有效的水土流失防治措施，把水土保持工程措施、植物措施和临时措施有机结合起来，并把主体工程中具有水土保持功能的措施纳入水土流失防治措施体系，合理确定水土保持措施的总体布局，以形成完整的、科学的水土保持防治体系。

总体布局如下：

1、路基及两侧防治区

施工前，剥离表土、集中堆放于表土临时堆放场、种草临时防护。施工结束后，路基填方高度小于等于 2.5 米的边坡种草护坡；填方高度小于 4 米大于 2.5 米的边坡，采用鱼鳞形骨架内种草防护；填方路基高度大于 4 米，采用拱形骨架内种草护坡；土质挖方坡面坡脚设置浆砌片石加固带，坡面实施穴栽柠条苗防护，全风化、强风化岩质挖方边坡，设置一级或两级浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内空心六棱砖种草防护；岩质深路堑段，坡面采用防护网护坡；高填方路基两侧护坡道平台及边坡种草防护；碎落台采用六棱空心砖内种草铺砌。一般挖方地段采用浅碟形边沟，经过村镇路段采用盖板矩形边沟，当路基横向有汇水时路堤坡脚处设置排水沟，路堑边坡大于 2 米地段坡顶外设置截水沟，截水沟扰动区种草恢复植被。经过耕地路段坡脚处修筑挡水埝，路堑边坡大于 6 米地段，进行边坡分级，在分级平台内侧修矩形排水沟，并顺接至路基边坡急流槽。填高大于 2.5 米边坡设置边坡急流槽，路基两侧共设置三处蒸发池，在部分路段的路基两侧栽植金叶榆及山桃绿化，中央隔离带栽植一行乔木，林下种草防护；表土堆放迹地种草恢复植被。

2、管理服务区防治区

施工前，剥离表土、集中堆放并种草临时防护。施工中，服务区与养护工区挖方坡顶外设置土质截排水沟、浆砌石截排水沟；服务区围墙外西侧、南侧填方边坡采用鱼鳞形骨架内种草护坡，并在边坡上设置矩形急流槽及底部出口消力池，消能后自然散排到服务区南侧林地内；服务区场地雨水通过地形坡度散排进入路基排水沟，养护工区场地雨水通过浆砌石排水沟进入蒸发池，再由抽水泵将蒸发池多余的雨水排出场外。施工结束后，建筑物周边空地实施土地整治、绿化防护。

3、取土场防治区

施工结束后，三侧边坡进行削坡处理；边坡及坑底实施土地整治，并种草恢复植被。

4、弃土场防治区

弃土前，表土剥离、堆放于路基表土堆放场并临时防护。弃土结束后，对3处弃土场形成的排弃陡坡削坡分级，削坡后的边坡及平台进行土地整治，平台周边实施挡水围埂，边坡与平台种草恢复植被；对于K57+300弃土场，边坡设置急流槽以及出口消力池，顺接至自然沟道，坡脚处设置浆砌石挡渣墙；对于LK00+800弃土场临沟一侧的边坡坡脚实施浆砌石护脚墙；对施工扰动区域撒播种草恢复植被。

5、拌合站及预制场防治区

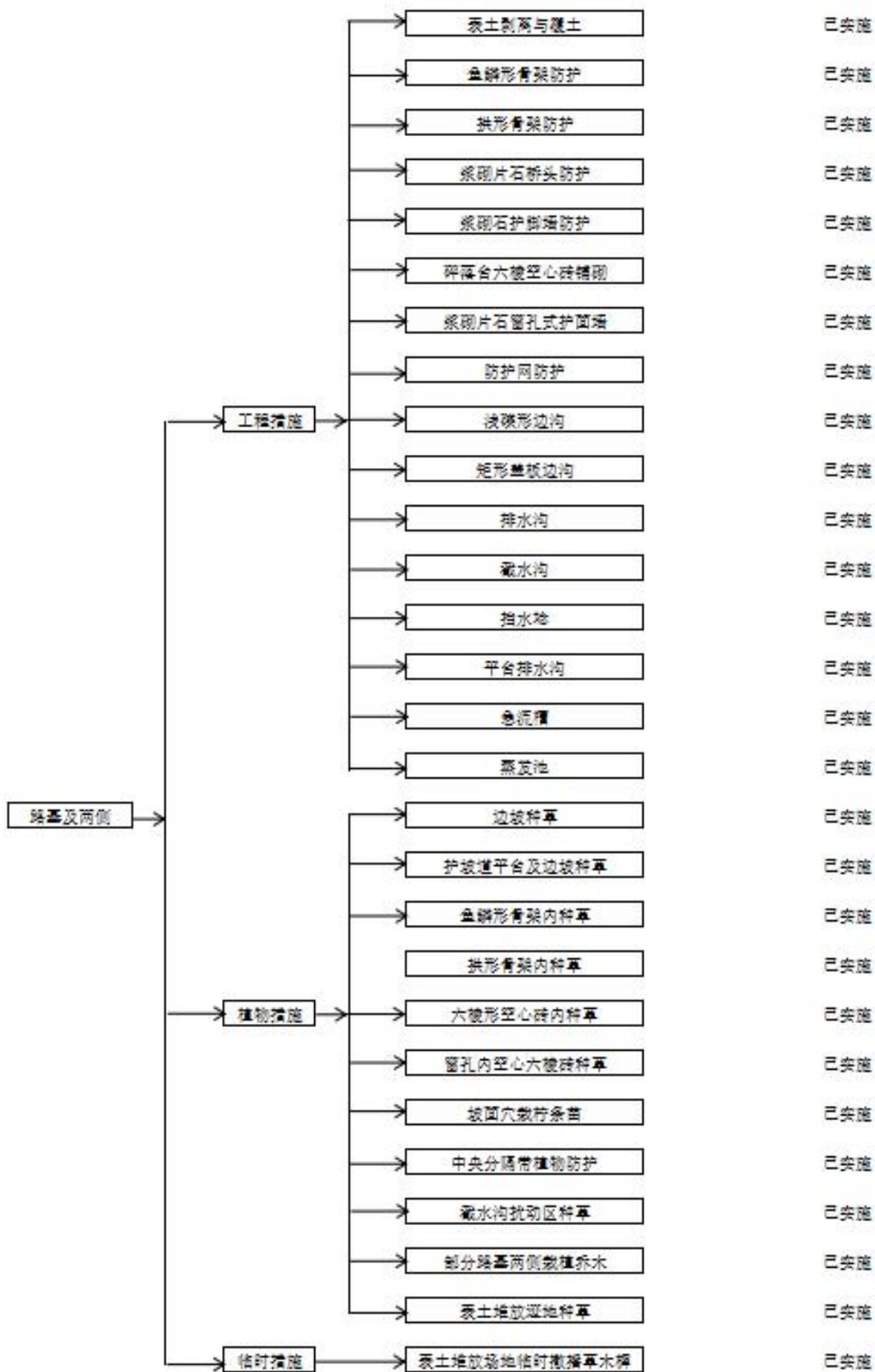
施工前，剥离表土，集中堆放并种草临时防护。施工结束后，扰动区实施土地整治，造林种草恢复植被，方案将新增K65+500处拌合站及预制场补植补种防护措施。

6、施工便道防治区

施工结束后，扰动区土地整治，种草防护。

7、供电线路防治区

施工结束后，扰动区种草恢复植被。



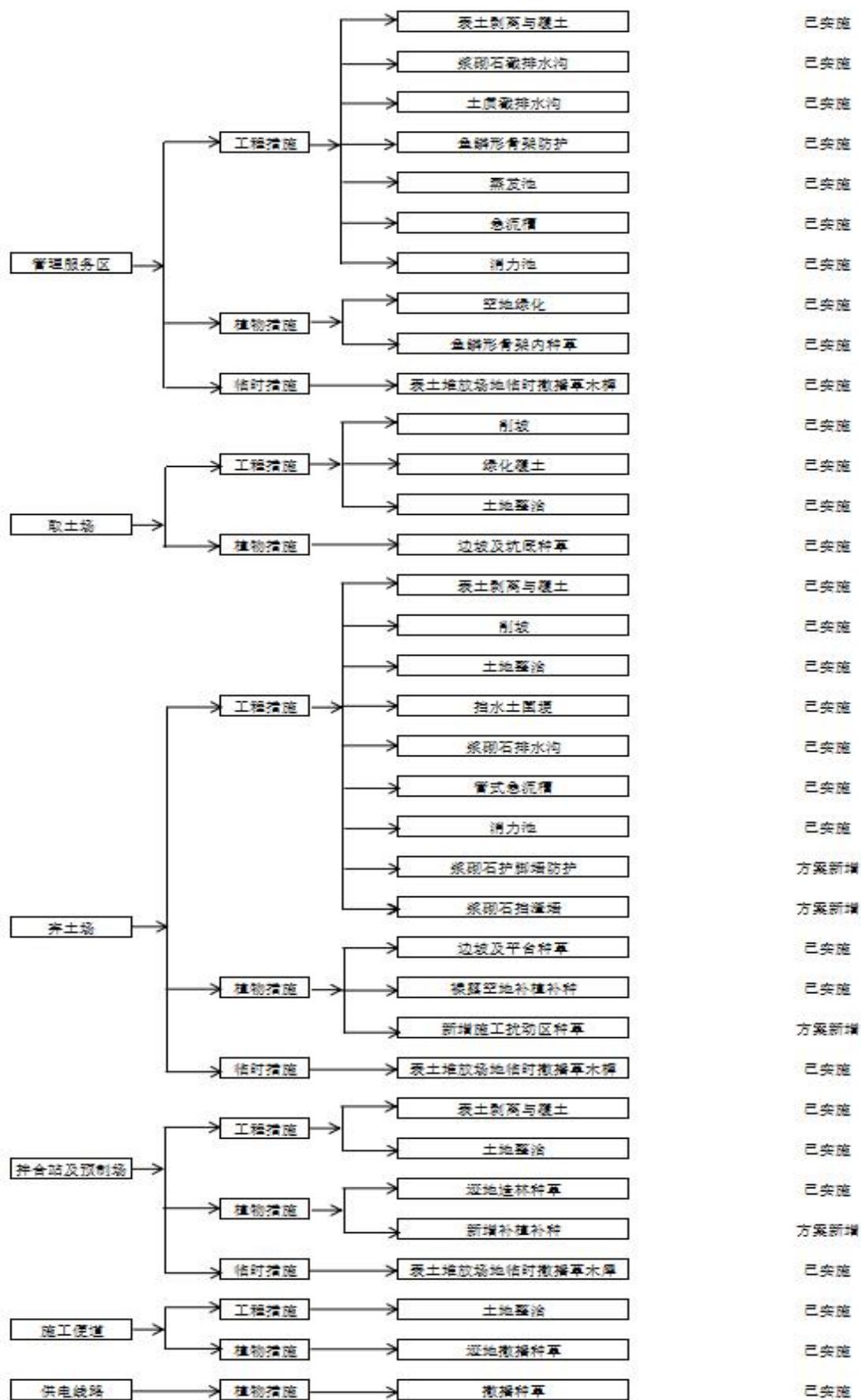


图 5-1 水土流失防治体系框图

5.2.3 水土保持措施设计标准

(1) 工程措施设计标准

主体设计排水沟等级为 3 级，防洪标准为 15 年一遇 24 小时降雨量。

(2) 植物措施设计标准

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目植被恢复与建设工程级别为 2 级。

5.3 分区措施布设

5.3.1 分区典型措施布设

5.3.1.1 路基及两侧防治区

(1) 工程措施

① 表土剥离

路基工程施工前进行表土剥离，剥离面积 66.57hm²，平均剥离厚度 0.3m，建设期表土剥离总量 19.97 万 m³，后期用于绿化覆土。剥离表土工程量详见表 5-2。

表 5-2 路基及两侧表土剥离工程量表

防治分区	表土剥离			备注
	剥离面积(hm ²)	剥离厚度(m)	剥离量(万 m ³)	
主线路基及两侧	66.57	0.30	19.97	已完成

② 绿化覆土

路基及两侧施工结束后对路堤边坡、鱼鳞形骨架内绿化区域、拱形骨架内绿化区域、六棱形空心砖内绿化区域、石窗护面墙内绿化区域、路堑边坡穴栽柠条区域、表土堆放迹地、路基及两侧空地、中央分隔带及截水沟施工扰动区进行绿化覆土，覆土总面积 79.57hm²，其中主线覆土总面积 76.19hm²，连接线覆土总面积 3.38hm²，覆土厚度 0.3m-0.1m，共回覆表土 19.32 万 m³。各区域绿化覆土厚度及工程量详见表 5-3。

表 5-3 路基及两侧绿化区覆土厚度及工程量表

防治分区		绿化覆土			备注
		覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量(万 m ³)	
主线	路堤边坡	9.22	0.25	2.30	边坡绿化空地覆土
	护坡道种草	19.02	0.25	4.76	护坡道平台及边坡种草
	鱼鳞形骨架内种草	4.31	0.15	0.64	骨架内覆土
	拱形骨架内种草	3.76	0.2	0.75	骨架内覆土
	六棱形空心砖内种草	0.84	0.1	0.08	六棱形空心砖内覆土
	窗孔内空心六棱砖种草	0.50	0.1	0.05	石窗内六棱形砖内覆土
	边坡穴栽柠条苗	2.08	0.1	0.21	穴栽柠条坑内覆土
	表土堆放迹地	15.12	0.25	3.78	表土堆放迹地覆土
	路基两侧空地造林	9.12	0.3	2.74	路基两侧空地覆土
	中央分隔带造林种草	9.14	0.3	2.74	中央分隔带内覆土
截水沟施工扰动区	3.08	0.2	0.62	扰动区覆土	
小计		76.19		18.67	
连接线	路堑边坡	1.32	0.1	0.13	穴栽柠条坑内覆土
	路堤边坡	2.06	0.25	0.52	边坡空地覆土
小计		3.38		0.65	
合计		79.57		19.32	

③路基边坡防治

主体工程设计路基填方边坡高度 $4.0\text{m} > H > 2.5\text{m}$ 时, 采用鱼鳞形骨架内种草进行防护, 鱼鳞形骨架防护中, 浆砌片石厚 30cm, 砂砾垫层厚 10cm, C25 砼预制块厚 15cm, 鱼鳞形骨架防护面积 6.43hm^2 (其中骨架占地面积 2.12hm^2 , 种草面积 4.31hm^2)。路基边坡鱼鳞形骨架内种草护坡工程量见表 5-4。典型设计图见图 5-1。

表 5-4 路堤边坡鱼鳞形骨架内种草护坡工程量表

起讫桩号	位置及长度		种草面积 (m ²)	M10 浆砌片石 (m ³)	C25 砼预制块 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	回填种植土 (m ³)	开挖土方 (m ³)	防护面积 (m ²)	备注
	左	右								
K54+490~K54+690	200		486	191.3	42.1	31.8	80.1	222.5	731	已完成
K54+890~K55+130	240		507	228.1	44.0	37.7	83.7	265.2	801	已完成
K55+330~K55+600	270	270	1314	515.0	113.9	85.3	216.8	598.8	1976	已完成
K55+630~K56+090	460		1578	441.2	136.7	73.4	260.3	513.4	2142	已完成
K55+630~K55+950		320	575	730.6	49.8	79.0	94.7	1410.3	967	已完成
K58+720~K58+735	15		48	16	4.2	2.8	7.9	18.9	66	已完成
K58+890~K59+010	120		240	114.6	20.8	19	39.6	133.2	387	已完成
K58+700~K58+725		25	55	58.1	4.7	6.4	8.9	111.4	86	已完成
K61+215~K61+950	722		1605	685.1	139.1	113.2	264.8	796.3	2490	已完成
K62+170~K62+490	320		677	304.2	58.6	50.3	111.6	353.6	1069	已完成
K62+870~K63+250	380		885	361.5	76.7	59.8	146	420.3	1351	已完成
K63+370~K63+530	160		388	153.2	33.7	25.4	64.1	178.2	584	已完成
K64+470~K65+030	516		1368	491.9	118.6	81.5	225.7	572	2001	已完成
K65+230~K66+030	800		2635	765.5	228.3	127.2	434.7	890.5	3616	已完成
K64+610~K65+010		356	602	812.8	52.1	87.8	99.1	1569	1038	已完成
K67+470~K67+670	200		592	192.3	51.3	32	97.7	223.8	837	已完成
K68+130~K68+490	360		1030	344.2	89.3	57.2	170.0	400.4	1471	已完成
K69+030~K69+370	340		901	324.2	78.1	53.7	148.7	376.9	1318	已完成
K69+750~K70+490	673		2218	644.2	192.2	107	366	749.4	3043	已完成
K69+110~K69+250		140	222	319.7	19.1	34.5	36.5	617	394	已完成
K69+850~K70+070		220	513	503.5	44.3	54.6	84.4	971.1	783	已完成
K70+210~K70+510		300	603	685.7	52.2	74.3	99.3	1323.1	971	已完成
K74+030~K74+390	360		1184	345.3	102.6	57.5	195.4	401.8	1625	已完成
K74+130~K74+290		160	287	365.9	24.8	39.6	47.2	705.8	483	已完成
K74+550~K74+810	260		660	248.4	57.2	41.2	108.9	288.9	979	已完成
K78+135~K78+510	361		878	343.8	76.1	56.9	144.9	399.7	1321	已完成
K86+050~K86+430		380	1007	362.3	87.3	60	166.2	421.4	1473	已完成
K86+050~K86+701	651		1865	621.5	161.7	103.1	307.8	722.8	2663	已完成
K88+330~K88+570		240	584	228.7	50.6	37.9	96.4	265.9	878	已完成
K96+060~K96+240	180		304	411.1	26.3	44.4	50.1	793.4	525	已完成
K95+590~K95+990		400	803	379.9	69.6	62.8	132.5	441.6	1293	已完成
K96+930~K98+370	1373		3644	1306.8	315.8	216.3	601.3	1519.3	5327	已完成
K96+930~K98+790		1973	4568	1704.6	395.9	281.9	753.7	1981.5	6987	已完成
K98+570~K98+730	160		320	152.6	27.7	25.3	52.8	177.4	516	已完成
K99+030~K99+730	679		1439	644.7	124.7	106.5	237.4	749.3	2271	已完成
K98+990~K99+690		679	1802	647	156.2	107.1	297.3	752.3	2634	已完成
K100+650~K100+810	139		413	133.9	35.8	22.3	68.2	155.8	583	已完成
K100+670~K100+810		119	340	115.1	29.5	19.2	56.2	134	486	已完成
K101+300~K102+830	1530		3405	1451.5	295.1	239.7	561.8	1687	5281	已完成
K101+270~K101+510		240	584	228.7	50.6	37.9	96.4	265.9	878	已完成
合计	11469	5822	43129	16468.5	3350.8	2546.3	6379.5	21568.9	64328	已完成

主体工程设计路基填方边坡高度 $H > 4.0\text{m}$ 时, 采用拱形骨架内种草护坡形式进行防护。拱形骨架防护浆砌片石厚 35cm , 砂砾垫层厚 10cm , C25 砼预制块厚 20cm , 拱形骨架防护面积 5.78hm^2 (其中骨架占地面积 2.02hm^2 , 种草面积 3.76hm^2)。路基边坡拱形骨架内种草护坡工程量见表 5-5。典型设计图见附图 5-2。

表 5-5 路基边坡拱形骨架内种草护坡工程量表

起讫桩号	位置及长度		种草面积(m^2)	M10 浆砌片石 (m^3)	C25 砼预制块(m^3)	砂砾垫层(m^3)	回填种植土 (m^3)	开挖土方 (m^3)	防护面积 (m^2)	备注
	左	右								
K52+025~K52+240	215	215	3106	823.5	139.8	202.8	447.2	1005.7	4836	已完成
K52+240~K52+630	143	143	3940	1105.8	177.3	271.2	567.4	1264.4	5091	已完成
K52+630~K52+800	170	170	1927	599.6	86.7	144.5	277.5	726.6	3295	已完成
K56+910~K56+990	37	37	559	143.3	25.1	35.5	80.4	175.4	857	已完成
K59+670~K59+770	100		541	173.8	24.3	41.7	77.9	210.3	943	已完成
K59+690~K59+770		80	173	340.7	8	70.1	25.6	142.5	495	已完成
K67+250~K67+470	220		1788	440.8	80.5	109.7	257.5	540.5	2673	已完成
K67+250~K67+470		220	434	1055	19.2	225.1	61.7	386.4	1319	已完成
K71+810~K72+010	133		912	250.4	41	61.4	131.3	305.3	1447	已完成
K70+070~K70+210		73	340	122	15.3	28.9	49	147	634	已完成
K71+810~K71+970		93	619	241.6	35.5	49.7	113.5	220.6	993	已完成
K72+850~K73+190		325	1816	839.3	102.1	162.6	326.8	722.8	3124	已完成
K72+810~K73+170	345		2131	625	95.9	151.8	306.9	759.4	3519	已完成
K76+950~K77+430	113		728	207.7	32.7	50.6	104.8	252.7	1183	已完成
K82+750~K83+010	260		983	1033.5	52.3	219.3	167.4	517.9	2029	已完成
K83+270~K83+641	124		866	235.1	39	57.7	124.7	286.8	1365	已完成
K83+400~K83+670		23	169	44.8	7.6	11	24.3	54.7	262	已完成
K86+670~K86+830	53		240	88.1	10.8	20.8	34.6	106	453	已完成
K99+730~K100+650	834		7623	2848.6	343	675.1	1097.7	3185.5	10979	已完成
K99+690~K100+670		894	8690	3104	391	739.2	1251.4	3482	12287	已完成
合计	2747	2273	37585	11793.7	1323.3	2710.2	4235.5	11495.8	57785	已完成

中大桥头路段考虑到边坡稳定性, 经河流部分区域采取桥头防护的方式进行稳定性防护, 防护形式采取浆砌片石防护, 浆砌片石厚度 35cm , 砂砾垫层厚 10cm , 桥头防护面积 0.14hm^2 , 桥下扰动区土地平整, 浆砌片石桥头防护位置及工程量详见表 5-6。

表 5-6 浆砌片石桥头防护位置及工程量表

中心桩号	高度 (m)	宽度 (m)	M10 浆砌片 石 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	开挖土方 (m ³)	两侧共防护 面积(m ²)	备注
K52+477	8	24	134.4	38.4	74.2	384	已完成
K56+925	7	24	117.6	33.6	64.9	336	已完成
K64+915	7.5	24	126	36	69.6	360	已完成
K70+107	7	24	117.6	33.6	64.9	336	已完成
合计			495.6	141.6	273.6	1416	已完成

对于土质挖方坡面坡脚设置 M10 浆砌片石加固带，坡面采取穴栽柠条苗，浆砌石厚度 30cm，砂浆进行勾缝处理，加固带高度 1m，总计浆砌石护脚墙防护面积 1.11hm²，其中主线浆砌石护脚墙防护面积 0.79hm²，连接线浆砌石护脚墙防护面积 0.32hm²，路堑段浆砌石加固带防护工程量详见表 5-7。典型设计图详见附件 5-3。

表 5-7 路堑段浆砌石加固带防护工程量表

起讫桩号	位置及长度		M10 浆砌片石 (m ³)	回填种植土 (m ³)	C25 砼预制块 (m ³)	开挖土方 (m ³)	防护面积 (m ²)	备注
	左	右						
K56+130 ~ K56+390		260	201.8	15.1	22.2	112.5	260	已完成
K59+950 ~ K60+270		320	248.3	18.6	27.3	135.2	320	已完成
K60+330 ~ K60+570		240	186.2	14	20.5	101.5	240	已完成
K66+105 ~ K66+510	405		314.3	23.6	34.5	171.1	405	已完成
K66+030 ~ K66+870		840	651.8	48.9	71.6	371.5	840	已完成
K67+790 ~ K68+050		260	201.8	15.1	22.2	109.9	260	已完成
K68+690 ~ K68+930		240	186.2	14	20.5	101.5	240	已完成
K72+030 ~ K72+770		740	574.2	43.1	63.1	334.7	740	已完成
K72+070 ~ K72+770	700		543.2	40.7	59.7	309.6	700	已完成
K73+250 ~ K73+530	280	280	434.6	32.6	47.7	253.3	560	已完成
K73+710 ~ K73+870	160		124.2	9.3	13.6	67.7	160	已完成
K73+710 ~ K74+010		300	232.8	17.5	25.6	129.8	300	已完成
K74+390 ~ K74+550	160		124.2	9.3	13.6	69.3	160	已完成
K75+970 ~ K76+490	520		403.5	30.3	44.3	219.6	520	已完成
K74+420 ~ K74+630		210	163	12.2	17.9	90.9	210	已完成
K74+870 ~ K75+050		180	139.7	10.5	15.3	76.1	180	已完成
K76+010 ~ K76+390		380	294.9	22.1	32.4	160.5	380	已完成
K79+250 ~ K79+430	180		139.7	10.5	15.3	79.7	180	已完成
K79+350 ~ K79+570		220	170.7	12.8	18.7	95.2	220	已完成
K79+530 ~ K79+730	200		155.2	11.6	17	88.6	200	已完成
K80+270 ~ K80+450	180		139.7	10.5	15.3	76.1	180	已完成
K86+830 ~ K87+350	520		403.5	30.3	44.3	219.6	520	已完成
K90+215 ~ K90+370	124		95.8	7.2	10.5	52.3	124	已完成
小计	3429	4470	6129.3	554.3	673.1	3426.2	7899	已完成
LK0+490 ~ LK1+990		1500	1164	87.3	127.8	633.2	1500	已完成
LK0+490 ~ LK2+170	1680		1303.7	97.8	143.2	709.1	1680	已完成
小计	1680	1500	2467.7	185.1	271	1342.3	3180	已完成
合计	5109	5970	8597	739.4	944.1	4768.5	11079	已完成

对于路堑段石质边坡碎落台采取六棱空心砖种草防护,六棱形空心砖铺砌长度 785m,防护面积 1.41hm²,其中空心砖内绿化区域占地面积 0.84hm²。六棱形空心砖内回填表土厚度 10cm,共回覆表土 0.08 万 m³,碎落台六棱形空心砖种草防护位置及工程量详见表 5-8。典型设计图详见附图 5-4。

表 5-8 碎落台六棱形空心砖种草位置及工程量表

起讫桩号	位置及长度		种草面积 (m ²)	M10 浆砌片石 (m ³)	C25 现浇混凝土 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	回填种植土 (m ³)	C25 六边形砼预制块 (m ³)	开挖土石方 (m ³)	面积 (m ²)	备注
	左	右									
K66+920 ~ K67+130		210	2420		369	262.4	242.1	42.8	621.6	4033	已完成
K66+940 ~ K67+100	160		1520		105	66.5	151.8	15.8	162.4	2533	已完成
K66+870 ~ K66+920		50	1045	221	64.5	59	104.4	147	544.1	1742	已完成
K66+785 ~ K66+920	135		1411	237.8	91.6	76.8	140.9	197.7	732.4	2352	已完成
K67+110 ~ K67+210	100		640	148.5	23.9	28.2	64	82.3	282.7	1067	已完成
K67+080 ~ K67+210		130	1411	237.8	91.6	76.8	140.9	197.7	732.4	2352	已完成
合计	395	390	8447				844.1			14078	已完成

对于挖方较大的全风化、强风化岩质边坡，坡面较破碎，根据边坡高度设置一级或两级 M10 浆砌片石窗孔式护面墙、窗孔内空心六棱砖种草防护；窗孔按照纵向每 3.5m 设置一个，窗孔间骨架宽度为 1.5m，石窗骨架内铺砌六棱形方砖，本工程一级窗口式护面墙长 680m，二级窗口式护面墙长度 880m，防护面积共计 2.78hm²，其中骨架防护面积 2.28hm²，种草面积 0.50hm²。浆砌片石窗式护面墙、窗孔内空心六棱砖种草防护位置及工程量详见表 5-9、5-10。典型设计图详见附图 5-5。

表 5-9 一级浆砌片石窗式护面墙、空心六棱砖种草防护位置及工程量表

起讫桩号	位置及长度		种草面积 (m ²)	M10 浆砌片石 (m ³)	干砌片石 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	回填种植土 (m ³)	C25 六边形砼预制块 (m ³)	开挖土石方 (m ³)	面积 (m ²)	备注
	左	右									
K56+390 ~ K56+810		420	865	2842.4	925.2	575.6	86.8	135.2	475	3460	已完成
K57+130 ~ K57+290	160		330	1082.8	352.5	219.3	33.1	51.5	181	1320	已完成
K57+460 ~ K57+700	240		494	1624.2	528.7	328.9	49.6	77.3	271.5	1976	已完成
K57+890 ~ K58+170	280		577	1894.9	616.8	383.7	57.9	90.1	633.4	2308	已完成
合计	680		2266	7444.3	2423.2	1507.5	227.4	354.1	1560.9	9064	已完成

表 5-10 二级浆砌片石窗式护面墙、空心六棱砖种草防护位置及工程量表

起讫桩号	位置及长度		种草面积 (m ²)	M10 浆砌片石 (m ³)	干砌片石 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	回填种植土 (m ³)	C25 六边形砼预制块 (m ³)	开挖土石方 (m ³)	面积 (m ²)	备注
	左	右									
k57+090 ~ k57+310		220	684	2913.8	969.3	576.4	68.7	109	4822.4	3420	已完成
k57+440 ~ k57+700		260	808	3443.6	1145.5	681.2	81.2	128.8	5699.2	4040	已完成
K57+870 ~ K58+270		400	1243	5297.9	1762.3	1048	125	198.1	8768	6215	已完成
合计		880	2735	11655.3	3877.1	2305.6	274.9	435.9	19289.6	13675	已完成

对于路堑段全风化、破碎岩质边坡顶部采取防护网进行防护，防护网选用柔

性防护网,防护网选用纵横交错的Φ16纵横向支撑绳和Φ12纵横向支撑绳与4.5m×4.5m正方形模式布置的锚杆相连接并进行预拉张。防护长度共计410m,防护面积1.18hm²,柔性防护网位置及工程量详见表5-11。典型设计图详见附图5-6。

表 5-11 柔性防护网位置及工程量表

起讫桩号	位置及长度		防护面积 (m ²)	工程项目及数量						
	左	右		钢绳锚杆 Φ16(根)	横向支撑绳Φ16(米)	纵向支撑绳Φ12(米)	缝合绳Φ8(米)	钢绳网(张)	格栅网(张)	备注
K66+900~k67+130		230	7663	920	3831.6	3831.6	12261.1	378	383	已完成
K66+920~k67+100	180		4156	499	2077.76	2077.76	6648.8	205	208	已完成
合计	180	230	11819	1419	5909.36	5909.36	18909.9	583	591	已完成

④路基排水

主体工程对路基两侧一般挖方地段采用浅碟形边沟,浅碟形边沟采用C25混凝土预制块拼砌,底部设置10cm厚砂砾垫层及10cm厚C25混凝土预制块;浅碟形边沟长1.8m,深30cm,长15635m,共计占地2.81hm²,浅碟形边沟工程量详见表5-12。典型设计图详见附图5-7。

经过村镇路段采用矩形盖板边沟,矩形盖板边沟沟壁、底部采用C25混凝土现浇,钢板采用C25混凝土预制。矩形边沟深60cm,宽40cm,上盖12cm厚C25混凝土盖板,两侧各设置10cm砂浆抹面。其中主线实施矩形盖板边沟2070m,连接线实施矩形盖板边沟7860m,总占地面积0.80hm²,其中主线占地面积0.17hm²,连接线占地面积0.63hm²,矩形盖板边沟工程量详见表5-12。典型设计图详见附图5-8。

当路线经过地表起伏较大地段时,为防止坡面水冲刷路堤坡脚,在路堤坡脚设置排水沟,将有害水引离路基,排水沟采用矩形断面。矩形排水沟:深60cm,宽60cm,浆砌片石厚度35cm,下设10cm砂砾石垫层。其中主线实施排水沟长度3849m,连接线实施排水沟长度240m,总占地面积0.53hm²,其中主线占地面积0.50hm²,连接线占地面积0.03hm²,排水沟工程量详见表5-12。典型设计图详见附图5-9。

对于路堑边坡大于2m,地表坡面汇水流较大、较集中路段路堑坡顶5m外开挖截水沟。截水沟采用梯形断面,深40cm,宽40cm,外侧边坡为1:1,截水沟沟壁采用浆砌片石砌筑,厚度35cm,下设10cm砂砾垫层。其中主线实施截水沟长

度 4101m，连接线实施截水沟长度 950m，总占地面积 0.58hm²，其中主线占地面积 0.47hm²，连接线占地面积 0.11hm²，截水沟工程量详见表 5-12。典型设计图详见附图 5-10。

为了保护耕地，在经过耕地路段修筑挡水埝，挡水埝采用梯形断面，为土质结构，其断面尺寸为顶宽 20cm，高 40cm，底宽 1.0m，边坡比为 1: 1。其中主线实施挡水埝长度 38400m，连接线实施挡水埝长度 5400m，总占地面积 4.38hm²，其中主线占地面积 3.84hm²，连接线占地面积 0.54hm²。挡水埝工程量详见表 5-12，典型设计图详见附图 5-11。

对于路堑边坡大于 6m 地段，进行边坡分级，为了保证路基两侧边坡平台的稳定，在边坡平台修筑矩形平台排水沟，平台排水沟采用矩形断面，深 60cm，宽 60cm，共实施平台排水沟长度 3470m，占地面积 0.21hm²，平台排水沟工程量详见表 5-12。典型设计图详见附图 5-12。

对于填高大于 2.5m 的一般路段，超高段内侧及凹形竖曲线底部路面排水采用集中式排水方式。边坡急流槽一般情况每隔 25m 修筑一处，有超高的路段、凹曲线底部每隔 15m 修筑一处，急流槽宽 60cm，深 40cm，其中主线实施急流槽长度 28593m，连接线实施急流槽长度 480m，总占地面积 1.75hm²，其中主线占地面积 1.72hm²，连接线占地面积 0.03hm²，急流槽工程量详见表 5-12。典型设计图详见附图 5-13。

在 K76+200, K85+680 左右两侧共设置三处蒸发池，主要针对该段路面排水条件不良，进行引排路面积水。蒸发池横断面为矩形，深 2.5m，长 20m，宽 20m，边坡比为 1: 1，坡面为浆砌片石结构，总占地面积 0.12hm²，蒸发池工程量详见表 5-12。型设计图详见附图 5-14。

表 5-12 路基及两侧截排水措施工程量表

起止桩号	路基长度 (m)	工程名称	长度	工程量 (m ³)						占地面积 (hm ²)	备注
				C25 混凝土预制块	C25 现浇混凝土	砂砾垫层	开挖土石方	M10 浆砌片石	筑埂土方		
K52+000 ~ K55+000	3000	矩形盖板边沟	0							0	已完成
		浅碟形边沟	0							0	已完成
		截水沟	0							0	已完成
		平台排水沟	0							0	已完成
		排水沟	0							0	已完成
		挡水埝	0							0	已完成
K55+000 ~ K103+421	48421	矩形盖板边沟	2070	282	828	166	994			0.17	已完成
		浅碟形边沟	15635	3002		3002	6254			2.81	已完成
		截水沟	4101				4516	2928		0.47	已完成
		平台排水沟	3470	216	1408	910	2221			0.21	已完成
		排水沟	3849			509	8152	3434		0.5	已完成
		挡水埝	38400						31104	3.84	已完成
		急流槽	28593	1199	212	1199	8034	2948		1.72	已完成
蒸发池	3				2025	678.6		0.12	已完成		
小计	51421		96118	4699	2448	5786	32196	9988.6	31104	9.84	已完成
LK0+00 ~ LK6+00	6000	矩形盖板边沟	7860	1069	3144	629	3773			0.63	已完成
		截水沟	950				1046	678		0.11	已完成
		排水沟	240			32	489	215		0.03	已完成
		挡水埝	5400						4374	0.54	已完成
		急流槽	480	16	4	12	62	4		0.03	已完成
小计	6000		14930	1085	3148	673	5370	897	4374	1.34	已完成
合计	57421		111048	5784	5596	6459	37566	10885.6	35478	11.18	已完成

(2)植物措施

在路堤边坡、护坡道平台及边坡、鱼鳞形骨架内、拱形骨架内、碎落台六棱空心砖内、窗孔内空心六棱砖、表土堆放迹地、截水沟施工扰动区进行撒播种草，在路堑土质边坡穴播柠条绿化，中央分隔带进行绿化及在梅岱线作为一幅道路，新建一幅道路的路基两侧栽植乔木。

a、立地条件

路基基础形成后对于填方边坡高度 $H \leq 2.5\text{m}$ 的边坡，采用种草护坡形式进行防护，主线路基两侧共防护长度 64.84km，防护面积 9.22hm²，覆土厚度 25cm；连接线路基两侧防护长度 6.62km，防护面积 2.06hm²，覆土厚度 25cm，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-15。

路基基础形成后对于护坡道边坡及平台采用撒播种草形式进行防护，护坡道防护面积 19.02hm²，覆土厚度 25cm；土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-16。

填方边坡高度 $4.0\text{m} > H > 2.5\text{m}$ 时，采用鱼鳞形骨架内种草护坡，鱼鳞形骨架内种草面积 4.31hm²，两侧共防护长度 17.29km，覆土厚度 15cm，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-17。

填方路基边坡高度 $H > 4.0\text{m}$ 时，采用拱形骨架内进行种草护坡，拱形骨架内种草面积 3.76hm²，两侧共防护长度 5.02km，覆土厚度 20cm，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-18。

对于挖方较大的全风化、强风化岩质边坡，采用窗孔内空心六棱砖种草防护，撒播种草面积 0.50hm²，覆土厚度 10cm，共回覆表土 0.05 万 m³，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-19。

对于路堑段石质边坡碎落台铺砌的六棱空心砖内种草防护，六棱形空心砖铺砌长度 785m，绿化面积 0.84hm²。六棱形空心砖内回填表土厚度 10cm，共回覆表土 0.08 万 m³，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低，典型设计图详见附图 5-20。

剥离表土临时堆放在路基两侧空地，共计占用土地 15.12hm²，工程建设结束

后，对表土堆放迹地进行了植被恢复，并进行表土回覆，回覆表土厚度 25cm，撒播种草 15.12hm²，草种选择撒播披碱草和蒙古冰草恢复植被，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-21。

路基施工结束后，对中央分隔带进行造林种草恢复植被，中央分隔带造林种草面积 9.14hm²。造林种草前绿化覆土厚度 30cm，中央隔离带栽植一排侧柏，株间距为 3m，林下撒播种草恢复植被，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-22。

本工程在在梅岱线作为一幅道路，新建一幅道路的路基两侧采取栽植金叶榆及山桃的方式绿化，本公路总长 51.42km，其中新建全幅公路长度 44.3km，利用梅岱线作为一幅，新建一幅长度 7.12km，（在新建一幅道路路基的一侧栽植金叶榆及山桃树，除去桥梁段后），平均宽度 12.8m，造林总面积 9.12hm²。土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图详见附图 5-23。

根据现场情况，在路堑顶 5m 外围修筑截水沟，截水沟施工扰动区占地面积 3.08hm²，工程建设结束后，对施工扰动区撒播种草恢复植被，草种选择披碱草和蒙古冰草恢复植被，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低，典型设计图同路基两侧表土堆放区典型设计图。

对于土质挖方坡面采取穴栽柠条苗的绿化方式进行边坡防护，间距为 1.2m × 1.2m，穴状整地规格为 20cm × 20cm × 30cm。穴状柠条后覆土厚度 10cm，以确保柠条的成活，土壤以栗钙土为主，土壤较为贫瘠，水分含量低。典型设计图同路堑段浆砌石加固带穴栽柠条防护设计图。

b、造林种草设计

路基及两侧防治区域造林种草措施技术指标见表 5-13。

表 5-13 路基边坡造林种草措施设计指标表

建设区域	种植面积(hm ²)	草树种	种苗规格	栽(种)植方式	播种方式	需种量		备注	
						种植标准(株、kg/hm ²)	种植量(株、kg)		
主线	路堤边坡	9.22	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	276.6	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	276.6	
	护坡道平台及边坡	19.02	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	507.6	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	507.6	
	鱼鳞形骨架内种草	4.31	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	129.3	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	129.3	
	拱形骨架内种草	3.76	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	112.8	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	112.8	
	碎落台六棱形空心砖内种草	0.84	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	25.2	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	25.2	
	窗孔内空心六棱砖种草	0.50	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	15	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	15	
	路堑边坡穴栽柠条结合撒播种草	2.08	柠条	h=0.5	株行距 1.2m×1.2m	穴栽	3800	7886	已完成
			披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	62.4	
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	62.4	
	表土堆放迹地	15.12	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	453.6	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	453.6	
	路基两侧空地栽植乔木	9.12	金叶榆	Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	21200	已完成
山桃			Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	9230		
中央分隔带造林种草	9.14	侧柏	h=2m	株间 3m	穴栽	67 株/100m	15235	已完成	
		披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	274.2		
		蒙古冰草	一级种		撒播	30	274.2		
截水沟施工扰动区	3.08	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	92.4	已完成	
		蒙古冰草	一级种		撒播	30	92.4		
小计	76.19	金叶榆	Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	21200	已完成	
		山桃	Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	9230		
		侧柏	h=2m	株间 3m	穴栽	67 株/100m	15235		
		柠条	h=0.5	株行距 1.2m×1.2m	穴栽	3800	7886		
		披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	1986.9		
		蒙古冰草	一级种		撒播	30	1986.9		
连接线	路堑边坡	1.32	柠条	h=0.5	株行距 1.2m×1.2m	穴栽	3800	5020	已完成
			披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	39.6	
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	39.6	
	路堤边坡	2.06	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	61.8	已完成
			蒙古冰草	一级种		撒播	30	61.8	
			柠条	h=0.5	株行距 1.2m×1.2m	穴栽	3800	5020	
小计	3.38	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	101.4	已完成	
		蒙古冰草	一级种		撒播	30	101.4		
		金叶榆	Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	21200		
合计	79.57	山桃	Φ=6cm	株间 3m	穴栽	67 株/100m	9230	已完成	
		侧柏	h=2m	株间 3m	穴栽	67 株/100m	15235		
		柠条	h=0.5	株行距	穴栽	3800	12906		

			1.2m×1.2m			
	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	2088.3
	蒙古冰草	一级种		撒播	30	2088.3

c、造林种草技术措施:

I、乔木栽植及抚育管理

苗木要求: 乔木选用带土坨的实生苗, 土球应精心挖掘, 并进行包扎。另外, 对苗木冠形和规格也要严格要求, 树干高度合适, 树冠完整。

整地方式与时间: 根据场地的土壤条件和绿化美化的要求, 采用穴状整地。穴坑大小为: 乔木 100cm×100cm。乔木秋季整地, 第二年造林。

栽植方法:

带土球苗的栽植方法: 带土球的树苗入坑、定位后, 将包扎材料解开, 取出; 分层填好土坑, 并分层踏实。修好灌水堰, 即时浇灌, 然后覆土, 防止蒸发。所有苗木定植前, 最好土坑内施厩肥或堆肥 10~20kg, 然后再放置苗木定植, 浇水。

抚育管理: 造林后及时灌水 2-3 次, 一般为一周浇灌一次, 成活后半月浇灌一次。每年每穴内除草 2-3 次。另外, 需定时整形修枝。

II、灌木造林技术措施:

整地: 根据项目区的土壤条件和绿化栽植要求, 苗木栽植采取随整地随造林的方式, 穴状整地规格为 20cm×20cm×30cm, 每坑栽植一株, 苗木选用 5 枝/株的实生苗。

栽植方法: 整地的翌年春季土壤解冻前人工植苗造林, 苗木入坑、定位; 分层填好土坑, 并砸实, 栽后浇水。

抚育管理: 灌木定植后当年浇水 4~5 次, 每次每穴 15kg, 及时拔掉植株周围杂草(杂草铺设在穴内, 以减少蒸发); 造林的翌年, 对死苗处进行补栽, 并防治病虫害。

III、种草技术措施:

种子处理: 为减少种子的病虫害, 可在播种前用 40~60℃水泡种子 5min 以杀死幼虫, 并打捞漂浮种子焚毁。播种前将种子浸泡 12-36h, 用农药拌种或用杀虫剂、保水剂、抗旱剂对种子进行丸衣化处理, 以预防种子传播病虫害和病虫对种子危害。播种时, 经处理的草籽与化肥按 1: 0.5 的比例拌合。

整地：植树种草前耙耱整平，清除石砾杂草，覆土厚 0.3m，并施化肥 450kg/hm² 或有机肥 4000kg/hm²。

播种技术：草籽在施工结束后的第一个种草季节（6~7月上旬），人工撒播。为种子撒播均匀，可按照 20 倍用种量掺土拌均，播后覆土 1-1.5cm，然后稍镇压。

抚育管理：出苗后松土除草，播后根据土壤墒情定期洒水浇灌，带苗高 3-5cm 时进行一次间苗，使得苗木疏密适中。第二年对缺苗区域及时补播，加强后期管护，严禁牲畜啃食、践踏。

(3)临时措施

①表土临时防护

根据主体工程设计资料，本工程路基剥离表土堆放于路基两侧征地范围内（最终用于绿化覆土），剥离表土量共计 19.97 万 m³，因弃土场距离本工程较远，为了减少占地，同时将弃土场剥离的表土运于表土堆放区进行统一防护，弃土场共剥离 1.72 万 m³，表土设计临时堆土带 24 处，设计每处表土堆高 3.0m，堆放边坡 1: 1，土体裸露面撒播速生草种草木樨。临时防护工程量详见表 5-14。典型设计图详见附图 5-24。

表 5-14 临时防护工程量表

位置	临时堆土量 (m ³)	折合堆土量 (m ³)	堆放数	堆放位置	每处堆放占地				总占地 面积 (hm ²)	边坡 系数	撒播 种草 (hm ²)	备注
					长	宽	高	面积				
					(m)	(m)	(m)	(m ²)				
路基及两侧	216900	238590	24	路基 两侧	900	7	3	6300	15.12	1	15.12	已完成

5.3.1.2 管理服务区

(1)工程措施

①表土剥离

管理服务区施工前先进行表土剥离，剥离面积 3.83hm²，平均剥离厚度 0.3m，建设期表土剥离总量 1.15 万 m³，后期用于绿化覆土。剥离表土工程量详见表 5-15。

②绿化覆土

管理服务区内空地施工完毕进行绿化覆土，覆土面积 3.78hm²，覆土厚度

0.3m, 回覆表土 1.13 万 m³, 拱形骨架内绿化覆土面积 0.05hm², 回覆表土数量 0.02 万 m³, 覆土厚度 0.3m, 共计绿化覆土 1.15 万 m³, 绿化覆土工程量详见表 5-15。

表 5-15 管理服务区表土剥离及覆土工程量表

防治分区	表土剥离			绿化覆土			备注
	剥离面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	剥离量 (万 m ³)	覆土面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (万 m ³)	
管理服务区	3.83	0.30	1.15	3.83	0.30	1.15	已完成

③截排水沟

在养护工区北侧及北侧服务区围墙外北侧设置浆砌石截排水沟及土质截排水沟, 浆砌石截排水沟长 322m, 采用矩形断面, 断面宽 0.8m, 沟深 0.6m; 浆砌石厚度 30cm, 下方铺设砂砾垫层厚度 10cm, 北侧服务区北侧修筑土质截排水沟长 300m, 采用梯形断面, 边坡比为 1: 1, 上底宽 1m, 深 40cm。典型设计图同路基两侧排水沟典型设计图。

在养护工区内修筑排水沟长 130m, 断面采取矩形断面, 断面宽 0.8m, 沟深 0.6m, 浆砌石厚度 30cm, 下方铺设砂砾垫层厚度 10cm, 将养护工区内雨水排入到蒸发池中, 蒸发池尺寸为 20m × 10m × 3m 最后利用抽水泵排出场外, 蒸发池采用浆砌石混凝土结构。截排水沟及蒸发池工程量详见表 5-16。典型设计图同路基两侧蒸发池典型设计图。

表 5-16 养护工区截排水沟及蒸发池工程量汇总表

建设位置	长度及个数 (m)	形状	主要尺寸及说明	工程量			占地面积 (hm ²)	备注
				M10 浆砌片石 (m ³)	砂砾石垫层 (m ³)	土方开挖 (m ³)		
养护工区北侧截排水沟	322	矩形	宽 80cm, 深 60cm	193	33	315	0.03	已完成
北侧服务区北侧土质截排水沟	300	梯形	上底宽 100cm, 沟深 40cm			450	0.03	已完成
养护工区内排水沟	130	矩形	宽 80cm, 深 60cm	76	13	127	0.01	已完成
养护工区内蒸发池	1	矩形	长 20m, 宽 10m, 深 3m			362	0.02	已完成
合计	752			269	46	1254	0.09	已完成

④鱼鳞形骨架防护

在南侧服务区围墙外西侧、南侧边坡采用鱼鳞形骨架内种草护坡, 浆砌片石

厚 30cm, 砂砾垫层厚 10cm, C25 砼预制块厚 15cm, 鱼鳞形骨架防护面积 0.14hm² (其中骨架占地面积 0.05hm², 种草面积 0.09hm²)。边坡鱼鳞形骨架护内种草护坡工程量见表 5-17。典型设计图同路基两侧边坡鱼鳞形骨架典型设计图。

表 5-17 鱼鳞形骨架内种草护坡工程量表

位置	种草面积 (hm ²)	M10 浆砌片石 (m ³)	C25 砼预制块 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	回填种植土 (m ³)	开挖土方 (m ³)	防护面积 (hm ²)	备注
南侧服务区西侧、南侧边坡	0.09	193	43	32	75	224	0.14	已完成

⑤急流槽及消力池

对于鱼鳞形骨架防护边坡修筑急流槽 80m, 采用矩形断面, 断面宽 0.8m, 沟深 0.6m, 减少了降雨对坡面的冲刷, 急流槽底部设置消力池, 共设置消力池 13 座, 采用浆砌石混凝土结构, 消力池采用矩形断面, 尺寸为长 1m × 宽 1m × 深 0.6m, 急流槽及消力池工程量详见表 5-18。典型设计图同路基两侧急流槽与消力池典型设计图。

表 5-18 急流槽及消力池工程量统计表

建设位置	长度	工程名称	主要尺寸及说明	工程量			占地面积 (hm ²)	备注
				M10 浆砌片石 (m ³)	砂砾石垫层 (m ³)	土方开挖 (m ³)		
南侧服务区西侧、南侧边坡	80	矩形	宽 80cm, 深 60cm	48	8	78	0.01	已完成
消力池		矩形	长 1m, 宽 1m, 深 0.6m	5	2	23	0.01	已完成
合计	80			53	10	101	0.02	已完成

(2)植物措施

①养护工区绿化、服务区绿化

a、立地条件

土壤类型为栗钙土, 土壤较为贫瘠, 水分含量低, 管理服务区内绿化面积为 3.78hm², 采用乔灌木相结合的方式绿化, 鱼鳞形骨架内种草, 种草面积 0.09hm², 共计绿化面积 3.87hm²。

b、造林种草设计

管理服务区围墙边种植乔木, 建筑物周边空地种草, 在草坪中点缀灌木。管理服务区绿化工程量见表 5-20, 服务区鱼鳞形骨架内种草防护工程量见表 5-21。

表 5-20 管理服务区空地绿化措施工程量表

位置	绿化面积 (hm ²)	草树种	株距 (m)	栽植长度 (m)	栽植方式	苗木规格		需苗、草量		总需苗、草量 (株、丛、kg)	备注
						规格	种类	株/穴、丛	株/百米、(株、丛)/hm ²		
管理服务区内空地	3.78	樟子松	3	110	穴栽	2.5~3.0m(H)	带土球苗	1	33	36	已完成
		旱柳	3	410	穴栽	Φ=10cm	带土球苗	1	33	135	已完成
		杨树	3	640	穴栽	Φ=10cm	带土球苗	1	33	212	已完成
		果树	3	750	穴栽	Φ=10cm	带土球苗	1	33	249	已完成
		国槐	3	300	穴栽	Φ=10cm	带土球苗	1	33	98	已完成
		丁香			点缀	5枝以上/株, 5-8株/丛	实生苗	5	1丛/25m ²	232	已完成
		紫穗槐			点缀	5枝以上/株, 5-8株/丛	实生苗	5	1丛/25m ²	377	已完成
		榆叶梅			点缀	5枝以上/株, 5-8株/丛	实生苗	5	1丛/25m ²	193	已完成
		红瑞木			点缀	5枝以上/株, 5-8株/丛	实生苗	5	1丛/25m ²	104	已完成
		石竹			穴栽	二年生	实生苗	1	30株/m ²	1641	已完成
		鸢尾			穴栽	二年生	实生苗	1	30株/m ²	346	已完成
		萱草			穴栽		实生苗	1	30株/m ²	3183	已完成
景天			穴栽	5-7芽	实生苗	1	30株/m ²	9150	已完成		

表 5-21 服务区鱼鳞形骨架内种草护坡措施工程量表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	栽(种)植方式	播种方式	需种量		备注
						种植标准 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	
施工扰动区	0.09	披碱草	一级种	1:1混播	撒播	30	2.7	已完成
		蒙古冰草	一级种	播	撒播	30	2.7	已完成

c、造林种草技术措施:

I 乔木栽植及抚育管理

同路基及两侧造林种草技术措施, 典型设计图同路基两侧鱼鳞形骨架内种草典型设计图。

II 灌木造林技术措施:

整地: 根据项目区的土壤条件和绿化栽植要求, 采取随整地随造林的栽种方式, 整地前全面清除杂草、灌木和伐根, 整地方式为穴状整地, 穴径 60cm、深

60cm，每坑栽植一株，苗木选用 3-5 枝/株的实生苗。

栽植方法：整地的翌年春季土壤解冻前人工植苗造林，树苗入坑、定位；分层填好土坑，并砸实，栽后浇水。

抚育管理：灌木定植后当年浇水 4~5 次，每次每穴 15kg，及时拔掉植株周围杂草(杂草铺设在穴内，以减少蒸发)；造林的翌年，对死苗处进行补栽，并防治病虫害。

(3)临时措施

①表土临时防护

管理服务区剥离表土堆放于场地内空地上（最终用于绿化覆土），剥离表土量共计 1.15 万 m^3 。共计临时堆土 2 处，总占地面积 0.48 hm^2 ，每处表土堆高 3.0m，堆放边坡 1: 1，土体裸露面撒播速生草种草木樨。临时防护工程量详见表 5-22，表土防护设计断面同路基两侧表土堆放相同。典型设计图同路基两侧表土临时防护典型设计图。

表 5-22 临时防护工程量表

位置	临时堆土量 (m^3)	折合堆土量 (m^3)	堆放数	堆放位置	堆放占地				边坡系数	撒播种草 (hm^2)	备注
					长(m)	宽(m)	高(m)	面积 (hm^2)			
空地	11500	12650	2	场内空地	80	30	3	0.48	1	0.48	已完成

5.3.1.3 取土场

(1)工程措施

①削坡

取土场取土结束后西侧、南侧及北侧边坡坡度较大，不利于植被恢复，施工结束后，对取土场边坡实施了削坡措施，削坡整治后边坡坡度约为 1: 2。经现场调查，实施削坡动用土石方量约 0.38 万 m^3 ，目前削坡工程已完工。

②土地整治

主体工程在取土场边坡及坑底进行了土地整治措施，土地整治工程主要包括场地平整和绿化覆土等内容，覆土来源于路基及两侧表土剥离，土地整治面积共 0.98 hm^2 ，绿化覆土 0.20 万 m^3 ，覆土厚度 0.2m。工程量表详见表 5-23。

表 5-23 取土场削坡工程措施量表

防治分区	工程量				
	削坡(万 m ³)	土地整治			备注
		清理及平整(hm ²)	覆土厚度(m)	覆土量(万 m ³)	
取土场	0.38	0.98	0.2	0.20	已完成

(2) 植物措施

在回填表土的基础上,对扰动区采取种植灌草恢复植被。采用披碱草和蒙古冰草 1: 1 种植灌草方式恢复植被。

①立地条件

土壤类型为栗钙土,土壤较为贫瘠,水分含量低。

②造林种草设计

取土场种植灌草设计技术指标见表 5-24,典型设计图详见附图 5-25。

表 5-24 取土场种植灌草设计指标

位置	面积	草种	播种方式	规格	播种量	需种量	备注
	(hm ²)				(kg/hm ²)	(kg)	
坡底	0.82	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	24.6	已完成
		蒙古冰草		一级种	30	24.6	
边坡	0.16	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	4.8	已完成
		蒙古冰草		一级种	30	4.8	
合计	0.98					58.8	

5.3.1.4 弃土场

1、K57+300 弃土场

(1)工程措施

①表土剥离

弃土场施工前先进进行表土剥离,剥离表土面积 4.10hm²,剥离表土厚度 0.2m,建设期表土剥离总量 0.82 万 m³,用于后期绿化覆土,由于弃土场距离公路主线较近,为了减少占地,将剥离的表土同路基剥离表土堆放在一起,减少了弃土场后期植被恢复的难度,剥离表土工程量详见表 5-25,目前表土剥离已完工。

表 5-25 弃土场表土剥离工程量表

防治分区	位置	表土剥离			备注
		剥离面积(hm ²)	剥离厚度(m)	剥离量(万 m ³)	
弃土场	K57+300	4.10	0.2	0.82	已完成

②削坡

弃土场弃土结束后边坡坡度较大,不利于植被恢复,施工结束后,主体工程对弃土场边坡实施了削坡措施,削坡后边坡坡度约为 1:1.4~1:2。经现场调查,实施削坡动用土石方量约 0.98 万 m³,削坡工程已完工。由于弃土场完成弃土后西南侧边坡坡度较大,不利于植被恢复,对弃土场形成的第一个台阶进行二次削坡分台,将原第一台阶削坡形成两级台阶,将削坡产生的土方弃于原第一台阶北侧,马道宽度 2m,边坡比要求达到 1:2。经现场调查,需削坡面积 0.28hm²,削坡高度 3m,实施削坡需动用土石方量约 0.84 万 m³。削坡结束后对于削坡过程中产生的边坡及平台进行撒播种草,恢复植被,两次弃土场削坡工程量详见表 5-26。

表 5-26 弃土场削坡工程量表

防治分区	工程名称	工程量(m ³)	备注
K57+300 弃土场	首次削坡	9800	已完成
	二次削坡	8400	已完成
合计		18200	已完成

③土地整治

主体工程在弃土后对弃土场边坡及平台进行了土地整治措施,土地整治工程主要包括场地平整、清理垃圾杂物和覆土等内容,覆土来源于弃土场表土剥离,土地整治面积共 3.96hm²,绿化覆土 0.82 万 m³,覆土厚度 0.2m。工程量表详见表 5-27。

表 5-27 弃土场土地整治工程措施汇总表

防治分区	工程量				备注
	削坡(万 m ³)	土地整治			
		清理及平整(hm ²)	覆土厚度(m)	覆土量(万 m ³)	
K57+300 弃土场	0.98	3.96	0.2	0.82	已完成

④排水沟

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL575-2012)确定其清水洪峰流量计算公式如下:

$$Q_B = 0.278 \times k \times i \times F \quad (\text{公式 5-1})$$

式中, Q_B ——最大清水洪峰流量, m^3/s ;

k ——径流系数, 取 0.5;

i ——按 20 年一遇最大 24h 暴雨强度, mm/h ;

F ——山坡集水面积, km^2 。

根据中国暴雨统计参数图集(2006)版, 查的丰镇 20 年一遇最大 24h 最大降雨量为 68.9mm, 凉城县 20 年一遇最大 24h 最大降雨量为 76.2mm, K57+300 弃土场及 K58+200 弃土场最大平台面积为 K57+300 弃土场第三平台, 汇水面积约 1.60 hm^2 , 具体计算结果见表 5-28:

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad (\text{公式 5-2})$$

$$C = R^{1/6} / n \quad (\text{公式 5-3})$$

式中, Q ——为流量, m^3/s ;

A ——为过水断面面积, m^2 ; C ——为谢才系数;

R ——水力半径, $R=A/x$, n 为糙率(取 0.025), x 为湿周。

设计断面尺寸考虑防洪安全超高 0.1m。计算结果表明排水沟断面能够满足防洪要求, 计算结果见表 5-29。

表 5-28 最大洪峰流量计算表

项目	20 年一遇最大 24h 暴雨(mm)	径流系数	山坡集水面积(km^2)	最大清水洪峰流量(m^3/s)
弃土场浆砌石排水沟	72.6	0.5	0.016	0.16

表 5-29 最大过流量计算表

项目	最小底坡	底宽 m	顶宽 m	设计水深 m	安全超高 m	渠深 m	糙率	过水断面 m^2	湿周 m	水力半径 m	谢才系数	设计流量 m^3/s
符号	i	b	B	h	H1	H	n	A	X	R	C	Q
弃土场浆砌石排水沟	0.03	0.6	0.6	0.5	0.1	0.6	0.025	0.3	1.6	0.188	30.26	0.68

弃渣场周边布设浆砌石排水沟, 断面形式为矩形, 宽 0.6m, 深 0.6m, 共修筑排水沟长 154m, 浆砌石厚 0.35m, 沟底最小比降 0.03。排水沟接急流槽最终将雨水排至自然沟道, 排水沟工程量详见表 5-30, 典型设计图同路基两侧排水沟典型设计图。

表 5-30 弃土场排水沟工程量表

名称	长 (m)	尺寸 (宽* 高)	挖方 (m ³)	M10 浆 砌片石 (m ³)	砂砾垫 层 (m ³)	施工区 面积 (hm ²)	工程占 地面积 (hm ²)	总占地 面积 (hm ²)	备注
排水沟	154	0.6m*0.6m	308	134.75	20.20	0.05	0.02	0.07	已完成

⑤急流槽和消力池

洪峰流量按《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL575-2012)确定其清水洪峰流量计算公式如下:

$$Q_B = 0.278 \times k \times i \times F \quad (\text{公式 5-4})$$

式中, Q_B ——最大清水洪峰流量, m³/s;

k ——径流系数, 取 0.5;

i ——按 20 年一遇最大 24h 暴雨强度, mm/h;

F ——山坡集水面积, km²。

根据中国暴雨统计参数图集(2006)版, 查的丰镇 20 年一遇最大 24h 最大降雨量为 68.9mm, 凉城县 20 年一遇最大 24h 最大降雨量为 76.2mm, K57+300 弃土场及 K58+200 弃土场最大平台面积为 K57+300 弃土场第三平台, 汇水面积约 1.60hm², 具体计算结果见表 5-31:

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad (\text{公式 5-5})$$

$$C = R^{1/6} / n \quad (\text{公式 5-6})$$

式中, Q ——为流量, m³/s;

A ——为过水断面面积, m²; C ——为谢才系数;

R ——水力半径, $R=A/x$, n 为糙率(取 0.025), x 为湿周。

设计断面尺寸考虑防洪安全超高 0.1m。计算结果表明急流槽断面能够满足防洪要求, 计算结果见表 5-32。

表 5-31 最大洪峰流量计算表

项目	20 年一遇最大 24h 暴雨(mm)	径流系数	山坡集水面积(km ²)	最大清水洪峰流量(m ³ /s)
弃土场浆砌石排水沟	72.6	0.5	0.016	0.16

表 5-32 最大过流量计算表

项目	最小底坡	直径 m	设计水深 m	安全超高 m	管直径 m	糙率	过水断面 m ²	湿周 m	水力半径 m	谢才系数	设计流量 m ³ /s
符号	i	B	h	H1	H	n	A	X	R	C	Q
弃土场浆砌石排水沟	0.018	0.5	0.4	0.1	0.5	0.025	0.18	1.25	0.144	28.96	0.26

弃土场坡顶至坡脚边坡设纵向急流槽，急流槽采取预埋管径为 50cm 波纹管式急流槽，共布设急流槽长度 48m；波纹管管沟挖深 70cm，上方预留 20cm，开挖边坡为 1: 1，两侧施工区按 1.5m 计，回覆土方后进行绿化，急流槽工程量详见表 5-33。急流槽典型设计图见附图 5-26。

弃土场现场地形坡度大，水流冲力大，顺接自然沟道时，需要在急流槽末端布设消力池以防止冲刷，消力池设计尺寸为 1m×0.6m×0.6m（长×宽×高），M10 浆砌片石墙与底板厚 0.20m，最终通过排水沟将消力池中水引入到自然沟道中。共布设消力池 3 处，消力池施工扰动区域按左右两侧各 1.5m 宽计算，急流槽进水口和出水口施工扰动区按急流槽和排水沟施工扰动区计算，典型设计图同路基两侧消力池典型设计图。

表 5-33 弃土场急流槽、消力池工程量表

位置	工程类型	长度(m)	底宽(m)	沟深(m)	工程项目及数量				备注
					M10 浆砌片石(立方米)	砂砾垫层(立方米)	DN50cm 波纹管(m)	开挖土方(立方米)	
弃土场边坡	管式急流槽	48					48	30.72	已完成
	消力池	1	0.6	0.6	0.32	0.18		5.76	已完成

⑥挡水围堰

弃土场平台为松散土堆积体，平台占地面积大，而且机械运土或整平过程中，采用的重型机械设备，使平台的密度加大，减少了暴雨的入渗，增大了产汇流量，如果让径流集中汇流，将对平台和坡面的稳定构成威胁。因此，结合平台植物措施，在平台外围布设一排挡水围堰：平台挡土围堰高度为 0.5m，顶宽 0.5m，内外坡比 1: 1。施工扰动区按挡水围堰内侧 3.0m 计，原第一阶平台挡水围堰 170m，

弃土场挡水围堰工程量见表 5-34。典型设计图见附图 5-27。

表 5-34 挡水围堰技术指标表

位置	挡水围堰长度 (m)	填筑土方 (m ³)	占地面积 (hm ²)	备注
弃土场平台	673	336.5	0.11	已完场

⑦新增挡渣墙

根据内蒙古中矿建设工程有限公司编制的弃土场稳定性专题论证报告,本方案需在弃土场坡脚新增浆砌石挡渣墙,挡渣墙设置在第一平台西南侧沟道中,弃土场稳定性专题论证报告中,浆砌石地面高为 1m,基础埋深 0.5m,顶宽 0.6m,底部宽为 0.6m,修筑长 76m,本方案将对挡渣墙形式进行变更,本弃土场共修筑两种形式挡渣墙,一种形式为 1m 高挡渣墙,另一种形式为 0.8m 高挡渣墙,1m 高挡渣墙修筑在挡渣墙中间部分,采用梯形断面,长 42m,基础高 0.5m,宽 1.5m,顶宽 0.6m,0.8 高挡渣墙修筑在 1m 高挡渣墙两侧,采用矩形断面,长 17m,基础高 0.5m,宽 0.6m,顶宽 0.6m,每隔 2m 设排水孔,每隔 10m 设一道沉陷伸缩缝,缝宽 3cm,缝背部设反滤层;新增挡渣墙工程量详见表 5-35,典型设计图见附图 5-28。

表 5-35 弃土场新增挡墙工程量表

名称	长 (m)	尺寸 (底宽*高)	挖方 (m ³)	M10 浆砌片石 (m ³)	施工区面积 (hm ²)	工程占地面积 (hm ²)	总占地面积 (hm ²)	备注
1m 高挡渣墙	42	1.5 × 1m	39.1	66.15	0.01	0.01	0.02	未实施
0.8m 高挡渣墙	17	0.6 × 1m	8.2	13.2	0.01	0.00	0.01	未实施
合计	59		47.3	79.35	0.02	0.01	0.03	

(2) 植物措施

弃土场平台及边坡、裸露地表补植补种、挡渣墙施工区种草设计。

a、立地条件

土壤为栗钙土,土壤较为贫瘠,水分含量低。弃土场平台及边坡造林种草面积 3.96hm²,其中平台占地面积 2.41hm²,边坡占地面积 1.55hm²,由于修改方案编制时,弃土场部分区域存在裸露地面及植被生长状况较差地段,于 2021 年 5 月已经实施了撒播种草补植补种,补植补种面积 0.35hm²,方案方案新增挡渣墙施工扰动区种草面积 0.02hm²。

b、防护设计

弃土场平台及边坡撒播披碱草和蒙古冰草工程量详见表 5-36。弃土场施工区种草恢复植被工程量详见表 5-37。

表 5-36 弃土场平台及边坡造林种草工程量表

位置	面积 (hm ²)	草种	播种方式	规格	播种量 (kg、株/hm ²)	需种量 (kg/株)	备注
平台	2.41	穴栽柠条	1: 1 混合撒播	株行距 1.5m×1.5m	4445	10712	已完成
		披碱草		一级种	30	72.3	
		蒙古冰草		一级种	30	72.3	
边坡	1.55	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	46.5	已完成
		蒙古冰草		一级种	30	46.5	
裸露地表补植补种	0.35	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	10.5	已完成
		蒙古冰草		一级种	30	10.5	
合计	3.96					267/10712	

表 5-37 弃土场新增施工扰动区种草工程量表

位置	种草面积 (hm ²)	草种	种子等级	播种方法	播种量 (kg/hm ²)	需种量 (kg)	备注
挡渣墙施工区	0.02	披碱草	一级种	1: 1 混播	30	0.6	已完成
		蒙古冰草	一级种		30	0.6	

c、造林种草技术措施

撒播种草技术措施同路基及两侧。

d、种草图式：弃土场平台及边坡绿化措施图详见图 5-29。

2、K58+200 弃土场

(1)工程措施

①表土剥离

弃土场施工前先进进行表土剥离，剥离表土面积 3.00hm²，剥离表土厚度 0.2m，建设期表土剥离总量 0.60 万 m³，用于后期绿化覆土，由于弃土场距离公路主线较近，为了减少占地，将剥离的表土同路基剥离表土堆放在一起，减少了弃土场后期植被恢复的难度，剥离表土工程量详见表 5-38，目前表土剥离已完工。

表 5-38 弃土场表土剥离工程量表

防治分区	位置	表土剥离			备注
		剥离面积(hm ²)	剥离厚度(m)	剥离量(万 m ³)	
弃土场	K58+200	3.00	0.2	0.60	已完成

②削坡

弃土场完成弃土后边坡坡度较大，不利于植被恢复，施工结束后，主体工程

对弃土场边坡实施了削坡措施，削坡整治后边坡坡度约为 1:1.4~1:1.6。经现场调查，实施削坡动用土石方量约 0.50 万 m³，目前削坡工程已完工。

③土地整治

主体工程在弃土后对弃土场边坡及平台进行了土地整治措施，土地整治工程主要包括场地平整、清理垃圾杂物和覆土等内容，覆土来源于弃土场表土剥离，不足部分来源于路基剥离表土。土地整治面积共 3.0hm²，绿化覆土 0.90 万 m³，覆土厚度 0.3m。工程量表详见表 5-39。

表 5-39 弃土场水土保持工程措施汇总表

防治分区	工程量				备注
	削坡(万 m ³)	土地整治			
		清理及平整(hm ²)	覆土厚度(m)	覆土量(万 m ³)	
K58+200 弃土场	0.50	2.91	0.3	0.90	已完成

④排水沟

弃土场周边布设浆砌石排水沟，断面形式为矩形，宽 0.6m，深 0.6m，共需修筑排水沟 152m，浆砌石厚 0.35m，沟底最小比降 0.03。排水沟接急流槽最终将雨水排至自然沟道中。施工扰动区按排水沟两侧各 1.5m 计，弃土场新增排水沟工程量见表 5-40。典型设计图同路基两侧排水沟典型设计图。

表 5-40 弃土场排水沟工程量表

名称	长(m)	尺寸(宽*高)	挖方(m ³)	M10 浆砌片石(m ³)	砂砾垫层(m ³)	施工区面积(hm ²)	工程占地面积(hm ²)	总占地面积(hm ²)	备注
排水沟	152	0.6m*0.6m	304	133.00	19.76	0.05	0.02	0.07	已完成

⑤急流槽和消力池

弃土场坡顶至坡脚边坡设纵向急流槽，急流槽采取预埋管径为 50cm 波纹管式急流槽，共布设急流槽长度 82m；波纹管管沟挖深 70cm，上方预留 20cm，开挖边坡为 1: 1，两侧施工区按 1.5m 计，回覆土方后进行绿化，目前急流槽已建设完成，急流槽工程量详见表 5-37。典型设计图同 K57+300 急流槽典型设计图。

弃土场现场地形坡度大，水流冲力大，顺接自然沟道时，在急流槽末端布设消力池以防止冲刷，消力池设计尺寸为 1m×0.6m×0.6m（长×宽×高），M10 浆砌片石墙与底板厚 0.20m，排水沟终端引离弃土场之外，防止冲刷渣体。共布设消力池 2 处，消力池施工扰动区域按左右两侧各 1.5m 宽计算，急流槽进水口和出

水口施工扰动区按急流槽和排水沟施工扰动区计算，目前消力池工程已完工，消力池工程量详见表 5-41。典型设计图同路基两侧消力池典型设计图。

表 5-41 弃土场急流槽、消力池工程量表

位置	工程类型	长度(m)	宽 (m)	深(m)	工程项目及数量				备注
					M10 浆砌片石 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	DN50cm 波纹管 (m)	开挖土方 (m ³)	
弃土场	管式急流槽	82					82	52.48	已完成
	消力池	1	0.6	0.6	0.21	0.12		3.84	已完成

⑥挡水围埂

弃土场平台为松散土堆积体，平台占地面积大，而且机械运土或整平过程中，采用的重型机械设备，使平台的密度加大，减少了暴雨的入渗，增大了产汇流量，如果让径流集中汇流，将对平台和坡面的稳定构成威胁。因此，结合平台植物措施，在平台外围布设一排挡水围埂：平台挡土围埂修筑长度 459m，高度 0.5m，顶宽 0.5m，内外坡比 1: 1。挡水围埂施工扰动区按 3.0m 计算，目前挡水围埂已修筑完成，挡水围埂工程量详见表 5-42。典型设计图同 K57+300 挡水围埂典型设计图。

表 5-42 挡水围埂技术指标表

位置	挡水围埂长度 (m)	填筑土方 (m ³)	占地面积 (hm ²)	备注
弃土场平台	459	229.5	0.07	已完成

(2) 植物措施

弃土场平台及边坡撒播种草、裸露地表补植补种设计。

a、立地条件

土壤为栗钙土，弃土场平台及边坡造林种草面积 2.91hm²，其中弃土场平台造林种草 2.04hm²，边坡撒播种草 0.87hm²，弃土场部分区域存在裸露地面及植被生长状况较差地段，于 2021 年 5 月已经实施了撒播种草补植补种防护措施，补植补种面积 0.2hm²。

b、防护设计

弃土场平台及边坡造林种草工程量详见表 5-43。

表 5-43 弃土场平台及边坡造林种草工程量表

位置	面积 (hm^2)	草种	播种方式	规格	播种量 (kg 、株/ hm^2)	需种量 ($\text{kg}/\text{株}$)	备注	
平台	2.04	穴栽柠条	1: 1 混合撒播	株行距 1.5m×1.5m	h=0.5	4445	9068	已完成
		披碱草		一级种	30	61.2		
		蒙古冰草		一级种	30	61.2		
边坡	0.87	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	26.1	已完成	
		蒙古冰草		一级种	30	26.1		
裸露地表 补植补种	0.2	披碱草	1: 1 混合撒播	一级种	30	6.0	已完成	
		蒙古冰草		一级种	30	6.0		
合计	2.91					186.6/9068		

c、造林种草技术措施

造林种草技术措施同路基及两侧。

d、种草图式：同 K57+300 弃土场平台及边坡造林种草典型设计图。

3、LK00+800 弃土场

(1)工程措施

①表土剥离

弃土场施工前先进行表土剥离，剥离表土面积 1.50hm^2 ，剥离表土厚度 0.2m ，表土剥离总量 0.30 万 m^3 ，用于后期绿化覆土，由于弃土场距离公路主线较近，为了减少占地，将剥离的表土同路基剥离表土堆放在一起，减少了弃土场后期植被恢复的难度，剥离表土工程量详见表 5-44，目前表土剥离已完工。

表 5-44 弃土场表土剥离工程量表

防治分区	位置	表土剥离			备注
		剥离面积(hm^2)	剥离厚度(m)	剥离量(万 m^3)	
弃土场	LK00+800	1.50	0.2	0.30	已完成

②削坡

弃土场弃土完成后边坡坡度较大，不利于植被恢复，施工结束后，主体工程对弃土场边坡实施了削坡措施，削坡整治后边坡坡度约为 $1:1.4\sim 1:2$ 。经现场调查，实施削坡动用土石方量约 0.09 万 m^3 ，目前削坡工程已完工。

③土地整治

主体工程在弃土完成后对弃土场边坡及平台进行了土地整治措施，土地整治工程主要包括场地平整、清理垃圾杂物和覆土等内容，覆土来源于弃土场表土剥离，不足部分来源于路基剥离表土。土地整治面积共 1.50hm^2 ，绿化覆土 0.45 万

m³，覆土厚度 0.3m。工程量表详见表 5-45。

表 5-45 弃土场土地整治工程措施汇总表

防治分区	工程量				备注
	削坡 (万 m ³)	土地整治			
		清理及平整 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量(万 m ³)	
LK00+800 弃土场	0.09	1.49	0.3	0.45	已完工

④新增浆砌石护脚墙防护

由于本弃土场西侧靠近天然沟道，目前已对占用沟道部分进行清理，清理后弃土场不再占用天然沟道，为原有天然沟道宽度，宽度为 14m，为了保障弃土场不受降雨影响，减少降雨对弃土场的冲刷，在弃土场西侧修筑浆砌石护脚墙进行防护，浆砌石厚度为 30cm，防护高度为 1.1m，基础高 0.5m，用砂浆进行勾缝处理，防护长度 125m，防护面积 137.5m²，施工扰动区按周边 3m 计算，共产生施工扰动区 0.08hm²，弃土场新增浆砌石护脚墙工程量详见表 5-46，浆砌石护脚墙防护典型设计图见图 5-30。

表 5-46 新增浆砌石护脚墙防护工程量表

防治分区	M10 浆砌片石 (m ³)	C25 砼预制块 (m ³)	开挖土方 (m ³)	防护面积 (m ²)	备注
LK00+800 弃土场	125.5	14.5	89.2	137.5	未实施

(2) 植物措施

弃土场边坡及平台撒播种草 1.49hm²，由于弃土场部分区域存在裸露地面及植被生长状况较差地段，于 2021 年 5 月已经实施了撒播种草补植补种防护措施，补植补种面积 0.15hm²。新增浆砌石护脚墙施工扰动区种草 0.08hm²。

a、立地条件

土壤为栗钙土，土壤较为贫瘠，水分含量低。弃土场平台及边坡撒播种草 1.49hm²，裸露地表补植补种 0.15hm²，新增浆砌石护脚墙施工扰动区种草 0.08hm²。

b、防护设计

弃土场平台及边坡撒播披碱草和蒙古冰草工程量详见表 5-47、5-48。

表 5-47 弃土场平台及边坡撒播种草工程量表

位置	面积 (hm^2)	草种	播种方式	规格	播种量 (kg/hm^2)	需种量 (kg)	备注
边坡及平台	1.49	披碱草	1: 1 混合 撒播	一级种	30	44.7	已完工
		蒙古冰草		一级种	30	44.7	
裸露地表 补植补种	0.15	披碱草	1: 1 混合 撒播	一级种	30	4.5	已完工
		蒙古冰草		一级种	30	4.5	
合计	1.49					98.4	

表 5-48 弃土场新增浆砌石护脚墙施工扰动区种草工程量表

位置	面积 (hm^2)	草种	播种方式	规格	播种量 (kg/hm^2)	需种量 (kg)	备注
施工扰动区	0.08	披碱草	1: 1 混合 撒播	一级种	30	2.4	未实施
		蒙古冰草		一级种	30	2.4	

c、造林种草技术措施

造林种草技术措施同路基及两侧。典型设计图 K57+300 弃土场边坡及平台撒播种草典型设计图。

5.3.1.4 拌合站及预制场防治区

(1)工程措施

①表土剥离

K65+500、K88+500 拌合站、预制场 2 处施工前进行表土剥离，剥离面积 17hm^2 ，平均剥离厚度 0.2m ，建设期表土剥离总量 3.40万 m^3 ，后期用于绿化覆土。表土剥离已完工，剥离表土工程量详见表 5-49。

②绿化覆土

K65+500、K88+500 拌合站、预制场 2 处施工完毕后进行绿化覆土，覆土面积 17hm^2 ，覆土厚度 0.2m ，回覆表土 3.40万 m^3 。表土回覆已完工，绿化覆土工程量详见表 5-49。

表 5-49 拌合站及预制场表土剥离及覆土工程量表

防治分区	表土剥离			表土剥离			备注	
	剥离面积 (hm^2)	剥离厚度 (m)	剥离量 (万 m^3)	覆土面积 (hm^2)	覆土厚度 (m)	覆土量 (万 m^3)		
1	K65+500 拌合站、 预制场	4.00	0.20	0.80	4.00	0.20	0.80	已完工
2	K88+500 拌合站、 预制场	13.00	0.20	2.60	13.00	0.20	2.60	已完工
合计		17.00		3.40	17.00		3.40	

③土地整治

拌合站及预制场施工完毕进行土地整治,采用机械与人工施工相结合的方式对场地进行翻耕平整,再利用推土机平整场地。土地整治面积 17hm²,土地整治工程量详见表 5-50。

表 5-50 拌合站及预制场迹地土地整治工程量表

防治分区		工程名称	清理及平整 (hm ²)	备注
1	K65+500 拌合站、预制场	土地整治	4.00	已完工
2	K88+500 拌合站、预制场	土地整治	13.00	已完工
合计			17.00	

(2)植物措施

①拌合站及预制场迹地造林种草恢复植被。

a、立地条件

土壤为栗钙土,土壤较为贫瘠,水分含量低。造林种草面积 4hm²,撒播种草面积 13hm²。

b、造林种草设计

K65+500 拌合站、预制场迹地造林种草,栽植樟子松,林下撒播披碱草和蒙古冰草;K65+500 拌合站、预制场迹地撒播披碱草和蒙古冰草。拌合站及预制场迹地造林种草工程量见表 5-51。

表 5-51 拌合站及预制场迹地造林种草防护措施工程量表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	栽(种)植方式	播种方式	需种量		备注
						种植标准 (株、kg/hm ²)	种植量 (株、kg)	
拌合站及预制场	4.00	樟子松	胸径 D=6cm	株行距 2m×2m	穴栽	2500	10000	已完工
		披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	120	
		蒙古冰草	一级种		撒播	30	120	
	13.00	披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	390	已完工
蒙古冰草		一级种	撒播		30	390		
合计	17.00							

b、造林种草技术措施:同路基及两侧种草技术措施。

c、典型设计图详见附图 5-31。

②方案新增补植补种:

通过对现场的勘察,K65+500 拌合站、预制场栽植的樟子松成活率较差,存在大量枯萎的现场,为了改善生态环境,对地表裸露地段与樟子松枯萎地段地表

进行补植补种，草种选择蒙古冰草与披碱草 1: 1 混播，樟子松进行穴栽，补植补种面积 1.42hm²，拌合站及预制场补植补种设计指标见表 5-52。

表 5-52 方案新增拌合站及预制场补植补种设计指标表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	栽(种)植方式	播种方式	需种量		备注	
						种植标准 (株、kg/hm ²)	种植量 (株、kg)		
拌合站及预制场	K65+500拌合站、预制场	1.42	樟子松	胸径 D=6cm	枯萎植株替换	穴栽		2500	未完工
			披碱草	一级种	1:1 混播	撒播	30	42.6	
			蒙古冰草	一级种	播	撒播	30	42.6	

造林种草技术措施：详见附图 5-27。

(3)临时措施

①表土临时防护

拌合站及预制场共剥离表土 34000m³，临时堆放于拌合站及预制场内空地，用于后期绿化覆土。共设置 2 处临时堆土区，堆高 4.5m，边坡比 1: 1；为防止风蚀，在表土堆放区撒播草木樨，撒播种草面积 0.97hm²。临时防护工程见表 5-53、表 5-54。

典型设计图同路基两侧表土临时防护措施图。

表 5-53 临时防护工程量表

拌合站及预制场	临时堆土量 (m ³)	折合堆土量 (m ³)	堆放数	堆放位置	每处堆放占地				总占地面积 (hm ²)	边坡系数	撒播种草 (hm ²)	备注
					长	宽	高	面积				
					(m)	(m)	(m)	(m ²)				
K65+500	8000	10640	1	场内空地	50	50	4.5	2500	0.25	1	0.25	已完工
K88+500	26000	28600	1	场内空地	90	80	4.5	7200	0.72	1	0.72	已完工
合计	3.4000	37400	2					9700	0.97	1	0.97	

表 5-54 拌合站及预制场临时防护工程量表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	播种方式	需种量		备注
					种植标准 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	
拌合站及预制场临时堆土区	0.97	草木樨	一级种	撒播	30	29.1	已完工

5.3.1.5 施工便道

(1)工程措施

①土地整治

施工便道利用完毕除留用作为出行道路的其余全部进行土地整治,采用机械与人工施工相结合的方式对场地进行翻耕平整,再利用推土机平整场地,土地整治面积 3.48hm²。施工便道土地整治工程量详见表 5-55。

表 5-55 施工便道土地整治土工程量表

工程名称	整治面积(hm ²)	整治深度 (m)	备注
土地整治	3.48	0.3	已完工

(2)植物措施

①施工便道迹地种草恢复植被。

a、立地条件

土壤为栗钙土,土壤较为贫瘠,水分含量低。撒播种草面积 3.48hm²。

b、造林种草设计

施工便道迹地撒播披碱草和蒙古冰草。施工便道种草工程量见表 5-56。典型详见附图 5-32。

表 5-56 施工便道迹地种草防护措施工程量表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	栽 (种) 植方式	播种方式	需种量		备注
						种植标准 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	
路基施工便道	3.00	披碱草	一级种	1:1 混	撒播	30	90	已完工
		蒙古冰草	一级种	播	撒播	30	90	
弃土场施工便道	0.48	披碱草	一级种	1:1 混	撒播	30	14.4	已完工
		蒙古冰草	一级种	播	撒播	30	14.4	
合计	3.48						208.8	

5.3.1.6 供电线路

(1)植物措施

供电线路施工区撒播种草。

a、立地条件

土壤为栗钙土,土壤较为贫瘠,水分含量低。撒播种草面积 0.55hm²。

b、种草设计

主体在供电线路施工区撒播披碱草和蒙古冰草。供电线路施工区种草工程量见表 5-57。典型设计图详见图 5-33。

表 5-57 供电线路施工区种草防护措施工程量表

建设区域	种植面积 (hm ²)	草树种	种苗规格	栽(种) 植方式	播种方 式	需种量		备注
						种植标准 (kg/hm ²)	种植量 (kg)	
供电线路施工区	0.55	披碱草	一级种	1:1 混 播	撒播	30	16.52	已完工
		蒙古冰草	一级种			30	16.52	

5.3.2 防治措施工程量

本工程水土保持工程量汇总情况见表 5-58 ~ 表 5-60。

表 5-58 水土保持工程措施量汇总表

分区名称		长度 (m)	面积 (hm ²)	土方开挖 (m ³)	M10 浆 砌石 (m ³)	C25 混 凝土预 制块 (m ³)	C25 现浇 混凝土 (m ³)	砂砾石垫 层 (m ³)	土地整 治 (hm ²)	绿化覆 土 (万 m ³)	表土 剥离 (万 m ³)	土方回 填 (m ³)	蒸发池 (座)	消力池 (座)
路基及两侧	主线	表土剥离									19.97			
		绿化覆土								18.67				
		鱼鳞形骨架防护		6.43	21568.9	16468.5	3350.8		2546.3					
		拱形骨架防护		5.78	11495.8	11793.7	1323.3		2710.2					
		浆砌片石防护		0.14	273.6	495.6			141.6					
		浆砌石护脚墙防护		0.79	3426.2	6129.3	673.1							
		碎落台六棱形空心 砖防护		1.41	3075.6	845.1	683.3	745.6	569.7					
		浆砌片石窗孔式护 面墙		2.78	20850.5	19099.6	790		3813.1					
		防护网防护		1.18										
		边沟防护	17705	2.98	7248		3284	828	3168					
		截排水沟	7950	0.97	12668	6362			509					
		挡水埝	38400	3.84									31104	
		平台排水沟	3470	0.21	2221		216	1408	910					
		急流槽	28593	1.72	8034	2948	1199	212	1199					
蒸发池		0.12										3		
连接线	连接线	绿化覆土								0.65				
		浆砌石护脚墙防护		0.32	1342.3	3467.7	271							
		边沟防护	7860	0.63	3773		1069	3144	629					
		截排水沟	1190	0.14	1535	893			32					
		挡水埝	5400	0.54									4373	
		急流槽	480	0.03	62	4	16	4	12					

5 水土保持措施

管理服务区	表土剥离									1.15				
	绿化覆土								1.15					
	浆砌石截排水沟	452	0.04	442	269			46						
	土质截排水沟	300	0.03	450										
	鱼鳞形骨架防护		0.14	224	193	43		32						
	蒸发池		0.02	362									1	
	急流槽	80	0.01	78	48			8						
	消力池		0.01	23	5			2						13
取土场	削坡			3800										
	绿化覆土								0.2					
	土地整治							0.98						
弃土场	表土剥离									1.72				
	绿化覆土								2.17					
	削坡			24100										
	土地整治							8.36						
	挡水土围埂	1132	0.18								566			
	浆砌石排水沟	306	0.04	612	267.75			39.96						
	管式急流槽	130		83.2										
	消力池			9.6	0.53									5
	浆砌石护脚墙		0.01	89.2	125.5	14.5								
浆砌石挡渣墙	59	0.01	47.3	79.35										
拌合站及预制场	表土剥离									3.4				
	绿化覆土								3.4					
	土地整治							17						
施工便道								3.48						
合计		113507	30.5	127894.2	69494.63	12933	6341.6	16367.86	29.82	26.24	26.24	36043	0	0

表 5-59 水土保持植物措施量汇总表

防治分区		植物措施																			
		面积 (hm ²)	披碱草 (kg)	蒙古冰 草(kg)	柠条 (株)	侧柏 (株)	新疆杨 (株)	金叶榆 (株)	樟子松 (株)	旱柳 (株)	果树 (株)	国槐 (株)	丁香 (丛)	紫穗槐 (丛)	榆叶梅 (丛)	红瑞木 (丛)	石竹 (m ²)	鸢尾 (m ²)	萱草 (m ²)	景天 (m ²)	
路基 及两 侧	主 线	边坡撒播种草	9.22	276.6	276.6																
		护坡道平台及边坡	19.02	507.6	507.6																
		鱼鳞形骨架内种草	4.31	129.3	129.3																
		拱形骨架内种草	3.76	112.8	112.8																
		碎落台六棱形空心砖内 种草	0.84	25.2	25.2																
		窗孔内空心六棱砖种草	0.50	15	15																
		坡面穴栽柠条	2.08	62.4	62.4	7886															
		中央分隔带造林种草	9.14	274.2	274.2		15235														
		截水沟施工区种草	3.08	92.4	92.4				21200			9230									
		路基两侧栽植乔木	9.12																		
	连 接 线	表土堆放迹地种草	15.12	453.6	453.6																
		边坡撒播种草	2.06	61.8	61.8																
		路堑边坡造林种草	1.32	39.6	39.6																
管理服 务区		管理服务区内空地绿化	3.78				212		36	135	249	98	232	377	193	104	1641	346	3183	9150	
		鱼鳞形骨架内种草	0.09	2.7	2.7																
取土场		边坡及坑底种草	0.98	29.4	29.4																
		边坡及平台种草	8.36	250.8	250.8	19780															
弃土场		补植补种	0.7	21	21																
		新增施工扰动区种草	0.1	3	3																
拌合站及 预制场		迹地造林种草	17	510	510				10000												
		新增补植补种	1.42	42.6	42.6				2500												
施工便道		迹地撒播种草	3.48	104.4	104.4																
供电线路		施工区种草	0.55	16.52	16.52																
合计			113.81	3030.92	3030.92	27666	15235	212	21200	12536	135	9479	98	232	377	193	104	1641	346	3183	9150

表 5-60 水土保持临时措施量汇总表

防治分区	临时措施
	撒播草木樨 (hm ²)
路基及两侧	15.12
管理服务区	0.48
拌合站及预制场	0.97
合计	16.57

5.4 施工要求

5.4.1 施工方法

(1) 本方案防护措施主要有工程措施、植物措施和临时措施，不同的措施其施工组织形式不同，区别对待。

①表土剥离

施工前主体设计进行表土剥离，剥离厚度 0.2m-0.30m，表土临时堆放在附近堆放区，表土采用推土机剥离。

②绿化覆土

采用 74kW 推土机结合人工进行覆土，覆土厚度 0.1m-0.3m。覆土厚度 0.1m 区域为六棱形空心砖内覆土，空地覆土厚度为 0.25m-0.30m。

③路基排水

先放线，沟槽开挖：护坡道碾压以后，放好沟底沿边线，并用白灰在地上画出，利用人工配合挖掘机械开挖，开挖至距设计尺寸 10~15cm 时，改以人工挖掘。人工修整至设计尺寸，不能扰动沟底及坡面原土层，不允许超挖。预制混凝土安装：沟槽检验合格后，先用木桩每 15 米一处钉好砌石位置，挂好横断面线及纵断面线，然后安装预制板。

④路基边坡防护

首先施工准备→测量放线→整修边坡→施工放样→沟槽开挖→报检验收→骨架、护脚砌筑→镶预制边石→洒水养护→实体验收。

⑤土地整治

首先清除表层石块及建筑垃圾，然后用 59kw 拖拉机整平，最后用三铧犁耕一遍。

(2) 施工过程中根据各防治区域具体的工程措施合理安排施工工序，严格限制施工扰动范围，减少或避免了各工序间的相互干扰。

(3) 植物措施主要是对项目施工扰动区的植被恢复。植物措施施工要选择在雨季或者雨季即将来临之前进行，防止恶劣天气造成的不必要的损失，草种撒播前，在种草区域为草籽正常生长创造良好条件。

(4) 施工条件：施工道路、供水、供电等全部依托主体工程，施工条件便利，满足实施水土保持工程的施工要求。

5.4.2 施工进度安排

工程已于2015年6月开工，于2017年10月完工，工期29个月。水土保持措施于2021年8月底全部完工，其中工程措施主要在2015年6~2017年10实施；临时措施在2015年8~2016年6月实施；植物措施主要在2016年6月~2017年9月实施，补植补种在2021年5月实施，方案新增水土保持防治措施于2021年6月~8月实施，所有防护措施均于2021年发挥水土保持效益。

建设单位加强了对施工单位的管理，落实各施工区的防治措施，本项目水土保持措施分年度工程量见表5-61。本项目水土保持措施进度见表5-62。

表 5-61 水土保持措施分年度工程量表

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	施工时间	
路基及 两侧	工程措施	表土剥离	19.97	万 m ³	2015.6-8, 2016.3-6	
		绿化覆土	18.67	万 m ³	2017.3-6	
		鱼鳞形骨架护坡	6.43	hm ²	2016.7-10, 2017.3-6	
		拱形骨架护坡	5.78	hm ²	2016.7-10, 2017.3-6	
		浆砌片石桥头防护	0.14	hm ²	2017.3-6	
		浆砌石护脚墙防护	0.79	hm ²	2017.4-6	
		碎落台六棱形空心砖防护	1.41	hm ²	2017.4-6	
		浆砌片石窗孔式护面墙	2.78	hm ²	2016.7-10, 2017.3-6	
		防护网防护	1.18	hm ²	2017.6-10	
		边沟防护	17705	m	2017.3-10	
		截排水沟	7950	m	2017.3-10	
		挡水埝	38400	m	2017.3-10	
		平台排水沟	3470	m	2017.3-10	
		急流槽	28593	m	2017.3-10	
		蒸发池	3	座	2017.5-10	
	植物措施	边坡撒播种草	9.22	hm ²	2017.6-9	
		护坡道平台及边坡	19.02	hm ²	2017.6-9	
		鱼鳞形骨架内种草	4.31	hm ²	2017.6-9	
		拱形骨架内种草	3.76	hm ²	2017.6-9	
		碎落台六棱形空心砖内种草	0.84	hm ²	2017.6-9	
		窗孔内空心六棱砖种草防护	0.50	hm ²	2017.6-9	
		坡面穴栽柠条苗	2.08	hm ²	2017.5-9	
		中央分隔带造林种草	9.14	hm ²	2017.6-9	
		截水沟施工区种草	3.08	hm ²	2017.6-9	
		路基两侧栽植乔木	9.12	hm ²	2017.6-9	
		表土堆放迹地种草	15.12	hm ²	2017.6-9	
	临时措施	撒播草木樨	15.12	hm ²	2015.8, 2016.6	
	连接线	工程措施	绿化覆土	0.65	万 m ³	2017.3-5
			浆砌石护脚墙防护	0.32	hm ²	2017.4-6
			边沟防护	7860	m	2017.5-10
			截排水沟	1190	m	2017.5-10
			挡水埝	5400	m	2017.5-10
急流槽		480	m	2017.5-7		
植物措施		边坡撒播种草	2.06	hm ²	2017.6-7	
		路堑边坡绿化	1.32	hm ²	2017.6-7	
管理服务区	工程措施	表土剥离	1.15	万 m ³	2016.3-4	
		绿化覆土	1.15	万 m ³	2017.3-4	
		浆砌石截排水沟	452	m	2017.6-8	
		土质截排水沟	300	m	2017.6-8	
		鱼鳞形骨架防护	0.14	hm ²	2017.6-9	
		蒸发池	1	座	2017.7-9	
		急流槽	80	m	2017.7-9	
	消力池	13	座	2017.7-9		
	植物措施	建筑物周边及空地绿化	3.78	hm ²	2017.6-7	
		鱼鳞形骨架内种草	0.09	hm ²	2017.8-9	
	临时措施	撒播草木樨	0.48	hm ²	2017.6-7	
取土场	工程措施	削坡	0.38	万 m ³	2017.6-7	
		绿化覆土	0.20	万 m ³	2017.6-7	
		土地整治	0.98	hm ²	2017.6-7	
	植物措施	边坡及坑底种草	0.98	hm ²	2017.7-8	

续表 5-61 水土保持措施分年度工程量表

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	施工时间
弃土场	工程措施	表土剥离	1.72	万 m ³	2015.6-8
		绿化覆土	2.17	万 m ³	2017.6
		削坡	2.41	万 m ³	2017.6、2021.6
		土地整治	8.36	hm ²	2017.6
		挡水土围埂	1132	m	2021.6
		排水沟	306	m	2021.6
		急流槽	130	m	2021.6
		消力池	5	座	2021.6
		浆砌石护脚墙	0.01	hm ²	2021.6-7
		浆砌石挡渣墙	59	m	2021.6-7
	植物措施	边坡及平台种草	8.36	hm ²	2017.7-8
		补植补种	0.70	hm ²	2021.5
		新增施工扰动区种草	0.1	hm ²	2021.7-8
拌合站及预制场	工程措施	表土剥离	3.4	万 m ³	2015.6-7
		绿化覆土	3.4	万 m ³	2017.5-6
		土地整治	17	hm ²	2017.5-6
	植物措施	迹地造林种草	17	hm ²	2017.7-8
		新增补植补种	1.42	hm ²	2021.6-7
	临时措施	撒播草木樨	0.97	hm ²	2015.8
施工便道	工程措施	土地整治	3.48	hm ²	2017.5-6
	植物措施	迹地撒播种草	3.48	hm ²	2017.7-8
供电线路	植物措施	施工区种草	0.55	hm ²	2016.6

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

根据本项目组成与布局，以及水土流失防治责任范围，既达到有效防治水土流失的目的，又体现全面监测与重点突出的原则，确定本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，面积为 270.06hm²。

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）的有关规定，监测时段从施工准备期开始至方案设计水平年结束。主体工程已于 2015 年 6 月开工建设，2021 年达到水土保持方案设计的各项防治目标。由于水土保持监测从 2015 年 7 月委托开展，因此本项目监测时段从建设单位委托监测开始即 2015 年 7 月至方案设计水平年 2021 年结束。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

依据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GBT51240-2018）、《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）的要求，结合本项工程的实际情况确定不同监测时段的监测内容。生产建设项目水土保持监测内容主要包括水土流失自然影响因素、项目施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、水土流失防治成效、水土流失危害等，监测重点区域为路基区、拌合站及预制场、弃土场、取土场。

（1）水土流失自然影响因素监测

主要包括气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素。

（2）扰动土地情况监测

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；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。

（3）水土流失状况监测

水土流失类型、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。

（4）水土流失防治成效监测

工程措施的类型、数量、分布和完好程度；植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；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度情况；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。

（5）水土流失危害监测

水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和强度；水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；对高等级公路、铁路、输变电等重大工程造成的危害；生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；对沟道的危害，有可能直接进入沟道或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

具体监测内容详见表 6-1。

6.2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）的有关规定，本项目属于线型新建建设项目，经过与监测单位沟通，本工程未进行监测点布设，监测单位依据工程建设特点、施工中易产生新增水土流失的区域及项目区原有水土流失类型、强度等，通过现场实地踏勘、翻阅设计图纸以及遥感影像分析，对本项目进行监测，详见表 6-1。

（1）调查监测法

① 实地调查法

对与项目区背景值有关的指标，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。

表 6-1 水土保持监测内容与方法表

监测时段	监测内容	监测要素	监测指标	监测方法
2015 年 至 2021 年	水土流失自然影响因素监测	地理位置	行政区划位置、地理坐标	调查监测
		地形地貌	大地貌类型、微地貌组成、地面坡度组成	
		气象	气候类型区、多年平均降水量、降水变化极值、年均气温、平均风速、湿度	
		植被	植被类型、植物种类组成、林草覆盖率	
		土壤	土壤类型及分布、土层厚度、土壤含水率、土壤有机质含量、土壤抗蚀性	
		土地利用	林地、草地面积等	
		水土流失状况	水土流失类型与分布、水土流失类型区、水土流失强度分级及面积、平均土壤侵蚀模数、容许土壤流失量、水土流失重点防治区划分、水土流失灾害隐患	
	扰动土地情况监测	人为扰动	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；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。	调查监测 遥感监测
	水土流失状况监测	主体工程建设进度与方案落实	主体工程建设进度、建设区面积变化情况、施工造成水土流失可能发生的灾害隐患及造成的危害、水土保持设施（含临时措施）实施、水土保持设计与管理等	调查监测 遥感监测
		扰动地表情况	扰动地表总面积、损坏水土保持设施数量及面积	
		土石方量	土石方开挖量、回填量、弃土（渣）量	
		水土流失量	水土流失地段、面积、强度、水土流失量	
	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、运营产生的影响	调查监测
		对工程下游及周边	对项目区下游和周边的环境、居民生活和生产、草地带来的影响	
		对周边生态环境的影响	对项目区周边生态环境的影响	
		对下游河道、水域的影响	对河道、水域、水工程淤积的影响、泥沙含量的变化	
	水土流失防治成效监测	工程措施	土地整治等工程措施实施数量	调查监测 定点监测 遥感监测
		植物措施	实施的各种灌木的面积、株数、株高、成活率，人工种草的面积、出苗率、盖度	
		扰动地表治理情况	实际扰动土地总面积、扰动土地整治面积	
		水土流失治理情况	造成水土流失总面积、治理水土流失总面积	
水土流失控制情况		造成水土流失总量、减少水土流失量		
拦渣效果		弃土（渣）总量、实际拦挡的弃土（渣）量		

② 地面观测法

对防治责任范围、扰动地表面积采用手持 GPS，沿占地红线和扰动边界跟踪作业确定。选择代表性的地块作为样地，样地形状采用方形或长方形，综合考虑各用地类型样地面积标准要求，确定本次监测样地面积 50m²。每区样地共设 3~5 个，布设采用在地形图上网点板法，并设置固定标志，便于定期监测和复位。抽样调查法监测内容包括调查扰动地面情况、破坏植被情况、植被恢复状况等。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：乔木林标准行测定法，灌木林 5m×5m 或标准行测定法，人工种草 1m×1m，每一样方重复 3 次，查看林木生长情况、成活率、保存率。

(2) 遥感监测法

首先在第一次进入现场后，对建设项目水土流失防治责任范围进行一次无人机遥感监测，将遥感监测 DOM 成果与含有地形图的平面布置图、土地利用现状图叠加，并根据水土保持方案确定的监测分区划定监测边界线，以此数据作为原始基础数据。施工期的监测内容需要采用遥感方法补齐。在以后的监测中，根据建设项目施工节点与水土保持监测频率对防治责任范围区域进行无人机全面遥测，利用 GIS 软件并通过解译标志对 DOM 遥测数据解译，确定每个监测时段水土保持监测分区内扰动面积、扰动土地类型、临时堆土、临时措施位置与数量、工程措施位置与数量以及植物措施位置与数量，将以上内容绘入原始基础数据图内，并建立相应的数据库对不同时期不同分区的数据进行比对与监测。通过无人机遥测的数据建立 DEM 模型完成于开挖土方量、填筑土方量的监测，DEM 成果可计算出土方量通过与前一时间监测的土方量对比，计算项目施工期间土方量的变化量；对于水土流失量可以利用 DEM 数据获取坡度分级信息，结合土壤侵蚀分类分级标准，判别各划分单元的土壤侵蚀强度，并根据地面观测法估算建设项目水土流失量。最后工程建设施工完工后，对整个项目进行一次无人机全面监测，确定最终水土保持措施数量、位置以及防治效果。遥感监测主要步骤为选择数据

源-对影像进行预处理-建立解译标志-遥感解译-对遥感解译结果进行检验。其监测流程、质量要求、成果汇总等需满足《水土保持遥感监测技术规范》(SL592-2012)要求,遥感影像空间分辨率不低于5.0m。本项目之前的监测内容需要用卫星遥感资料监测补齐:开工前、施工中、施工结束后,需有这三个时段的卫星遥感资料。

(3) 资料分析法

① 工程占用土地面积和扰动地表面积

采用查阅设计文件资料,沿扰动边际进行跟踪作业,结合实地情况调查,地形测量分析,进行对比核实,计算场地占用土地面积和扰动地表面积。

② 项目挖方、填方数量,弃渣数量及堆放面积

采用查阅设计文件资料,沿扰动边际进行跟踪作业,结合实地情况调查,地形测量分析,进行对比核实,计算项目区挖方、填方数量,各个施工阶段所产生的弃土、弃石、弃渣数量及堆放面积。人工开挖与填方边坡坡度、弃渣体高等采用地形测量法。

③ 项目区林草覆盖度采用抽样调查、测量等方法,选择有代表性的地块,分别确定调查地样方,并进行现场测量和计算。

④ 水土保持措施的实施面积、数量和质量

采用抽样调查的方式,通过实地调查核实。对于工程措施,主要调查其稳定性、完好程度、质量和运行状况,按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)中规定的方法,并参照《水土保持综合治理验收规程》(CB/T15773-2008)的规定进行调查;植物措施主要调查林草的成活率、保存率、生长发育情况及其植物覆盖度的变化。

⑤ 水土流失防治效果,监测主要通过实地调查和核算的方法进行。

⑥ 水土保持措施的保土效益,拦渣效益通过量测实际拦渣量进行计算。

6.2.3 监测频率

依据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GBT51240-2018)、《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》(办水保(2015)139号)和《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)对监测频率的要求,项目属新建建设类生产项目。为此,本项目在整个建设期内必须全程开展监测。具体要求:

(1)水土流失自然影响因素监测:地形地貌状况整个监测期应监测1次;地表组成物质应施工准备期前和设计水平年各监测1次;植被状况:施工准备前期测定1次;气象因子:每月1次。

(2)扰动土地情况监测:点式项目每月监测1次,巡查每季度不少于1次,典型地段每月1次。

(3)水土流失状况监测:水土流失状况应至少每月监测1次;遇暴雨、大风等加测。

(4)水土流失防治成效监测:至少每季度监测1次,其中临时措施至少每月监测1次。

(5)水土流失危害监测:结合上述监测内容与水土流失状况一并开展,灾害事件发生后1周内完成监测。

6.3 点位布设

6.3.1 布设原则

- (1)监测点应具有代表性,原地貌和扰动土壤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 监测点位布设

依据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)要求,每个监测

区至少布设 1 个监测点位。2015 年 7 月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司开展水土保持监测工作，经过与监测单位沟通，本工程未进行监测点布设，监测单位依据工程建设特点、施工中易产生新增水土流失的区域及项目区原有水土流失类型、强度等，通过现场实地踏勘、翻阅设计图纸以及遥感影像分析，对本项目进行监测。

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施设备及人员配备

水土保持监测可以由建设单位自行监测或委托第三方监测机构进行监测，水土保持监测需要的配置的人员、设施和设备主要包括监测土建设施、监测消耗性材料、耐用监测仪器和监测人员。

(1) 监测设施设备

按照本方案设计监测内容和监测方法的要求，水土保持监测所需的设备仪器、土建设施、消耗性材料名称及数量如表 6-2。

(2) 监测人员配备

按照国发〔2015〕58 号《国务院关于第一批清理规范 89 项国务院部门行政审批中介服务事项的决定》的要求，水土保持监测可以由建设单位自行监测或委托第三方监测机构进行监测。监测结果必须报送建设单位及当地水行政主管部门，并作为监督检查和验收达标的依据之一。

根据水利部水保〔2015〕139 号文，监测项目部人员应不少于 3 名。监测项目部应设总监测工程师、监测工程师、监测员等岗位，见表 6-3。

表 6-2 监测仪器、设备数量表

设施与设备名称		单位	数量	耗损计费方式
土建设施	水蚀监测小区	个	2	全计
	风蚀监测小区	个	2	
耐用设备	坡度仪	台	1	年折旧按 20%计 折旧期 3 年
	GPS	个	1	
	植被盖度测定仪	台	1	
	红外测距仪	台	1	
	摄像机	台	1	
	数码相机	台	1	
	风向风速自记仪	台	1	
	自记雨量计	个	1	
	土壤水分快速测定仪	台	1	
	无人机	架	1	
消耗性设备	50m 卷尺	个	1	易耗品全计
	5m 卷尺	个	2	
	自记雨量记录纸	卷	2	
	标志绳	m	300	
	标志牌	个	4	
	测钎	个	100	
	桩钉	个	20	

表 6-3 监测人员配备表

序号	岗位职责	单位	数量	工作内容
1	总监测工程师	人	1	全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测 成果质量
2	监测工程师	人	1	负责监测数据的采集、整理、汇总、校核，编制监测实施方案、监测季度报告、监测年度报告、监测总结报告等
3	监测员	人	1	协助监测工程师完成监测数据的采集和整理，并负责监测原始记录、文档、图件、成果的管理

6.4.2 监测成果

监测成果应包括水土保持监测技术报告、以及监测数据附表、附图、附件等及相关的监测照片等。

(1) 水土保持监测报告

监测报告包括监测依据、项目及项目区概况、监测设施布局、监测内容和方法、监测组织和质量保证、监测数据分析、监测结论和建议等章节。

(2) 监测阶段报告

反应监测过程中建设项目水土保持工作情况、水土保持措施质量和进度等情况，特别是因工程建设造成的水土流失及其防治情况。

(3) 监测数据记录附表，作为监测成果报告的附件。包括监测设备明细表，监测项目、方法、频次设计表，监测数据记录表，监测成果汇总表。如果数据较多，可作为监测成果报告的附件单独成册。对水土流失危害须附专项调查报告。

(4) 图片和照片。包括工程地理位置图、水土流失防治责任范围图、工程建设前项目区水土流失现状图、水土保持设施（措施）布局图、监测设施典型设计图和动态监测场景的照片等。

(5) 监测附件

包括监测技术服务合同和水土保持方案批复函。

(6) 每年按监测项目对监测资料进行整理、分析和汇总，在雨季提交季度监测报告、遇有重大水土流失事件进行监测并提交报告。对发现的严重土壤侵蚀情况和水土流失危害应及时进行处理，对发现的潜在危害应防微杜渐。每年年底进行年度监测结果汇总并编制年度监测报告，工程验收时提交该工程的“水土保持监测成果报告”。监测过程中，实行“绿黄红”三色评价，监测季报和总结报告中明确三色评价结论。水土保持监测三色评价指标及赋分表见表 6-4，赋分方法详见表 6-5。

表 6-4 生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表

项目名称				
监测时段和防治责任范围		____年 第____季度, ____公顷		
三色评价结论(勾选)		绿色 <input type="checkbox"/> 黄色 <input type="checkbox"/> 红色 <input type="checkbox"/>		
评价指标		分值	得分	赋分说明
扰动土地情况	扰动土地范围	15		
	表土剥离保护	5		
	弃土(石、渣)堆放	15		
水土流失状况		15		
水土流失防治成效	工程措施	20		
	植物措施	15		
	临时措施	10		
水土流失危害		5		
合计		100		

表 6-5 生产建设项目水土保持监测三色评价赋分方法

评价指标		分值	赋分方法
扰动土地情况	扰动范围控制	15	擅自扩大施工扰动面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	表土剥离保护	5	表土剥离保护措施未实施面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	弃土（石、渣）堆放	15	在水土保持方案确定的专门存放地外新设弃渣场且未按规定履行手续的，存在 1 处 3 级以上弃渣场的扣 5 分，存在 1 处 3 级以下弃渣场的扣 3 分；乱堆乱弃或者顺坡溜渣，存在 1 处扣 1 分。扣完为止
水土流失状况		15	根据土壤流失总量扣分，每 100 立方米扣 1 分，不足 100 立方米的部分不扣分。扣完为止
水土流失防治成效	工程措施	20	水土保持工程措施（拦挡、截排水、工程护坡、土地整治等）落实不及时、不到位，存在 1 处扣 1 分；其中弃渣场“未拦先弃”的，存在 1 处 3 级以上弃渣场的扣 3 分，存在 1 处 3 级以下弃渣场的扣 2 分。扣完为止
	植物措施	15	植物措施未落实或者已落实的成活率、覆盖率不达标面积达到 1000 平方米，存在 1 处扣 1 分，超过 1000 平方米的按照其倍数扣分（不足 1000 平方米的部分不扣分）。扣完为止
	临时措施	10	水土保持临时防护措施（拦挡、排水、苫盖、植草、限定扰动范围等）落实不及时、不到位，存在 1 处扣 1 分。扣完为止
水土流失危害		5	一般危害扣 5 分；严重危害总得分为 0

备注：1.监测季报三色评价得分为各项评价指标得分之和，满分为 100 分。

2.发生严重水土流失危害事件，或者拒不落实水行政主管部门限期整改要求的生产建设项目，实行“一票否决”，三色评价结论为红色，总得分为 0。

3.上述扣分规则适用超过 100 公顷的生产建设项目；不超过 100 公顷的生产建设项目，各项评价指标（除“水土流失危害”）按上述扣分规则的两倍扣分。

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

7.1.1.1 编制原则

本项目于 2015 年 6 月开工建设，2017 年 10 完工，建设工期 29 个月。由于工程已完工，已完工工程按实际投资计算，本次方案修改报告针对现场存在水土保持措施不足地段新增水土保持防治措施，新增水土保持投资估算的价格水平年、人工单价、主要材料价格、施工机械台时费、估算定额、取费项目及费率与主体工程一致。本方案价格水平年确定为 2021 年第一季度。

对于主体工程估算定额中未明确的，采用水土保持或相关行业的定额、取费项目及费率。本项目已完工水土保持投资按实际投资计列，未实施部分水土保持投资按公路新规计列，不满足的部分按水土保持投资计列。

林草、苗木价格依据当地市场价格水平确定；

本方案新增防护措施价格按 2021 年第一季度价格水平编制。

7.1.1.2 编制依据

(1) 2015 年 2 月由内蒙古交通设计研究院有限责任公司编制完成的《国道 512 线丰镇至凉城段公路两阶段施工图设计》。

(2) 《开发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》水利部（2003）67 号；

(3) 《水土保持补偿费证收使用管理办法》（财政部、国家发展改革委、水利部、中国人民银行，财综〔2014〕8 号；

(4) 《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格〔2017〕1186 号）；

(5) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号；

(6)《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,2019年4月4日);

(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)交通部《公路工程项目投资估算办法》(JTJ/3832-2018),《公路工程概算定额》、《公路工程预算定额》,《公路工程机械台班费用定额》JTJ/T3833-2018。

(9)工程完工结算资料等。

7.1.2 编制方法

7.1.2.1 基础单价编制

(1) 人工预算单价

本工程人工预算单价与主体土建工程相一致,新增水土保持措施人工预算单价以12.81元/工时(普工)。

(2) 材料预算价格

材料预算价格根据其组成内容,按材料原价、运杂费、运输保险费和采购及保管费等分别按不含增值税进项税额的价格计算。运杂费按《内蒙古自治区汽车运价管理实施细则》的通知及内蒙古自治区物价局、交通厅内交财发(1993)第49号文《关于随燃料价格上涨确定汽车运价上浮的通知》的规定计算,营改增后工程材料采购及保管费率调整为2.3%。

(3) 苗木草种价格

苗木、种子的预算价格按当地市场价格加运杂费、运输保险费和采购及保管费计算,运杂费按《内蒙古自治区汽车运价管理实施细则》的通知及内蒙古自治区物价局、交通厅内交财发(1993)第49号文《关于随燃料价格上涨确定汽车运价上浮的通知》的规定计算,采购及保管费率由原来的2%调整为0.55%~1.1%。

(4) 施工用水用电价格

与主体工程一致,电(kW.h)0.5元/kW.h、水(m³)5.2元/m³。

(5) 施工机械台班(台时)费

按《公路工程机械台班费用定额》编制,不足部分用《水土保持工程概算定额》附录中的《施工机械台时费用定额》做补充,《水土保持工程施工机械台班费定额》(水利

部水总〔2003〕67号)执行,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),施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数,修理及替换设备费除以1.09调整系数,安装拆卸费不变。

7.1.2.2 费率指标

对于方案新增水土保持措施,按《公路工程建设项目投资估算编制办法》(JTJG/3832-2018)计算工程措施和植物措施单价,单价由直接费、措施费、企业管理费、规费、利润和税金组成。

(1) 直接费

直接费包括人工费、材料费和施工机械使用费三项。

(2) 措施费

包括冬季施工增加费、雨季施工增加费、夜间施工增加费等,计价基础为人工费、材料费和机械使用费之和,取直接费的13.74%。

(3) 企业管理费由基本费用、主副食运费补贴、职工探亲路费和财务费等组成。计价基础为直接费,取直接费的4.89%。

(4) 规费:是按法律法规、规章、规程规定企业必须缴纳的费用。计价基础为人工费,取人工费的41.7%。

(5) 利润

计价基础直接费、措施费和企业管理费之和的7.42%。

(6) 税金

计价基础为直接费、措施费、规费、企业管理费和利润之和的10%。

7.1.2.3 工程单价编制

(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,措施单价由税前工程单价和税金组成,其中:税前工程单价为直接费、间接费、利润之和,直接费包括直接工程费和措施费,直接工程费指人工费、材料费和施工机械使用费三项之和,各费用项目均以不包含增值税进项税额的价格计算。

(2) 基础单价调整

① 人工费:人工费不做调整,营改增后仍按营改增前相关规定执行。

② 材料费：营改增后材料费=营改增前材料费×材料综合扣税系数。式中：材料综合扣税系数=[1/(1+材料进项税综合税率)]。

③ 施工机械使用费：营改增后机械使用费=营改增前机械使用费×机械综合扣税系数。式中：机械综合扣税系数=[1/(1+机械进项税综合税率)]。

(3) 安装工程单价：包括直接费、间接费和税金。

(4) 施工措施费、特殊施工增加费：计算基础为人工费和施工机械使用费之和，本项目区属于六区，按照“11号文”规定费率计列。

(5) 间接费：包括企业管理费、规费和利润。以人工费和施工机械使用费之和为计算基础，按“11号文”规定计算，营改增调整后间接费中企业管理费在原组成内容基础上，增加城市维护建设税、教育费附加以及地方教育附加。

(6) 税金：按《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），调整后税金9%，取直接费、间接费、利润和价差四项之和为基数，其中直接费、间接费和利润均不包含增值税进项税额。

7.1.2.4 水土保持工程估算编制

(1) 工程措施

- ① 工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制；
- ② 设备及安装工程按设备费及安装费分别计算，列入第一部分工程措施项目中。

(2) 植物措施

植物措施费由苗木和种子等材料费及种植费组成。材料费由苗木和种子的预算价格乘以数量进行编制；种植费按《水土保持工程估算定额》进行编制。补植费按栽植栽种费和种苗费之和的20%计算。

(3) 临时工程费

临时防护工程按设计工程量乘以单价编制，其它临时工程按第一部分工程措施投资和第二部分植物措施投资的2.0%计取。

(4) 独立费用

- ① 建设管理费：按方案投资第一至第三部分之和的2%计算。
- ② 水土保持工程建设监理费：按签订合同额计列。
- ③ 水土保持方案编制费：按签订合同额计列。
- ④ 水土保持监测费：按签订合同额计列。

⑤ 水土保持验收报告编制费：按签订合同额计列。

7.1.2.5 预备费

基本预备费费率与主体工程一致，按第一至第四部分之和的 9% 计算，不计算价差预备费。因本次为修改报告，已完工水土保持措施，基本预备费不再计列。新增水土保持措施按第一至第四部分之和的 9% 计算。

7.1.2.6 水土保持补偿费

水本项目开工时间为 2015 年 6 月，水土保持补偿费执行标准为 0.5 元/m²，且本方案为修改报告书，根据原批复的水土保持方案（内水保〔2014〕198 号、2014 年 9 月 23 日）确定本项目水土保持补偿费 152.35 万元，已于 2016 年 6 月足额缴纳。

7.1.3 估算成果

本项目建设期水土保持总投资 8457.19 万元，其中工程措施投资 7105.05 万元，植物措施投资 709.37 万元，临时措施投资 236.65 万元，独立费用 251.02 万元（含水土保持工程建设监理费 12 万元，水土保持监测费 15 万元），水土保持补偿费 152.35 万元（按原批复方案已缴纳）。

表 7-2 水土保持投资估算总表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施			独立费 用	合计(万元)
			栽种 费	种苗 费	补植补种费		
一	第一部分工程措施	7105.05					7105.05
1	路基及两侧	6774.31					6774.31
2	管理服务区	91.70					91.70
3	取土场	6.98					6.98
4	弃土场	107.35					107.35
5	拌合站及预制场	119.91					119.91
6	施工便道	4.79					4.79
二	第二部分植物措施		283.75	354.69	70.93		709.37
1	路基及两侧		161.58	201.97	40.39		403.94
2	管理服务区		25.09	31.37	6.27		62.73
3	取土场		1.90	2.38	0.48		4.75
4	弃土场		25.75	32.19	6.44		64.38
5	拌合站及预制场		61.61	77.01	15.40		154.02
6	施工便道		6.75	8.44	1.69		16.88
7	供电线路		1.07	1.34	0.27		2.67
三	第三部分 临时工程	236.65					236.65
1	临时防护工程	80.36					80.36
2	其他临时工程	156.29					156.29
四	第四部分 独立费用					251.02	251.02
1	建设管理费	%				161.02	161.02
2	水土保持工程建设监 理费	万元				12.00	12.00
3	水土保持勘测设计费	万元				45.00	45.00
4	水土保持监测费	万元				15.00	15.00
5	水土保持验收报告编 制费	万元				18.00	18.00
	第一至四部分合计	7341.70	283.75	354.69	70.93	251.02	8302.09
五	基本预备费	0.09					2.75
六	水土保持补偿费						152.35
七	工程总投资						8457.19

表 7-3 主体工程已实施水土保持投资计算表

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	投资 (万元)	
路基及两侧	主线	表土剥离	19.97	万 m ³	243.83	
		绿化覆土	18.67	万 m ³	301.89	
		鱼鳞形骨架防护	6.43	hm ²	1672.83	
		拱形骨架护坡	5.78	hm ²	543.78	
		浆砌片石桥头防护	0.14	hm ²	17.60	
		浆砌石护脚墙防护	0.79	hm ²	281.26	
		碎落台六棱形空心砖防护	1.41	hm ²	1332.87	
		浆砌片石窗孔式护面墙	2.78	hm ²	833.53	
		防护网防护	1.18	hm ²	124.43	
		边沟防护	17705	m	364.00	
		截排水沟	7950	m	210.33	
		挡水埝	38400	m	63.94	
		平台排水沟	3470	m	101.10	
		急流槽	28593	m	239.44	
		蒸发池	3	座	26.36	
		植物措施	边坡种草	9.22	hm ²	44.72
			护坡道平台及边坡种草	19.02	hm ²	92.25
	鱼鳞形骨架内种草		4.31	hm ²	20.90	
	拱形骨架内种草		3.76	hm ²	18.24	
	六棱形空心砖内种草		0.84	hm ²	4.07	
	窗孔内空心六棱砖种草		0.5	hm ²	2.43	
	边坡穴栽柠条苗		2.08	hm ²	15.02	
	中央分隔带绿化		9.14	hm ²	67.61	
	截水沟施工区种草		3.08	hm ²	14.94	
	部分路基两侧栽植绿化		9.12	hm ²	30.92	
	临时措施	表土堆放迹地种草	15.12	hm ²	73.33	
	连接线	工程措施	撒播草木樨	15.12	hm ²	73.33
			绿化覆土	0.65	万 m ³	10.51
			浆砌石护脚墙防护	0.32	hm ²	113.93
			边沟防护	7860	m	248.17
			截排水沟	1190	m	31.48
			挡水埝	5400	m	8.99
		植物措施	急流槽	480	m	4.02
边坡种草			2.06	hm ²	9.99	
管理服务区	工程措施	边坡穴栽柠条苗	1.32	hm ²	9.53	
		表土剥离	1.15	万 m ³	14.04	
		绿化覆土	1.15	万 m ³	18.60	
		浆砌石截排水沟	452	m	11.96	
		土质截排水沟	300	m	1.06	
		鱼鳞形骨架防护	0.14	hm ²	36.42	
		蒸发池	1.00	座	8.79	
	植物措施	急流槽	80.00	m	0.67	
		消力池	13.00	座	0.17	
		管理服务区内空地绿化	3.78	hm ²	62.29	
临时措施	鱼鳞形骨架内种草	0.09	hm ²	0.44		
撒播草木樨	0.48	hm ²	2.33			

7 水土保持投资估算及效益分析

分区名称	措施分类	措施类型	措施量	单位	投资 (万元)
取土场	工程措施	削坡	3800	m ³	2.40
		绿化覆土	0.20	万 m ³	3.23
		土地整治	0.98	hm ²	1.35
	植物措施	边坡及坡底种草	0.98	hm ²	4.75
弃土场	工程措施	表土剥离	1.72	万 m ³	21.00
		绿化覆土	2.17	万 m ³	35.09
		削坡	24100	m ³	15.23
		土地整治	8.36	hm ²	11.85
		挡水土围埂	1132	m	2.59
		浆砌石排水沟	306	m	8.10
		管式急流槽	130	m	2.76
		消力池	5	座	0.07
	植物措施	边坡及平台种草	8.36	hm ²	60.43
		补植补种	0.70	hm ²	3.40
拌合站及预制场	工程措施	表土剥离	3.40	万 m ³	41.51
		绿化覆土	3.40	万 m ³	54.98
		土地整治	17.00	hm ²	23.42
	植物措施	迹地造林种草	17.00	hm ²	134.73
	临时措施	撒播草木樨	0.97	hm ²	4.70
施工便道	工程措施	土地整治	3.48	hm ²	4.79
	植物措施	迹地种草	3.48	hm ²	16.88
供电线路	植物措施	施工区种草	0.55	hm ²	2.67
合计					7864.21

表 7-4 方案新增水土保持投资计算表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价投资 (万元)
一	弃土场				10.67
(一)	第一部分：工程措施				10.67
1	1m 高挡渣墙				3.07
	土方开挖	m ³	39.1	9.67	0.04
	浆砌片石	m ³	66.15	458.59	3.03
2	0.8m 高挡渣墙				0.61
	土方开挖	m ³	8.2	9.67	0.01
	浆砌片石	m ³	13.2	458.59	0.61
3	浆砌石护脚墙				6.98
	土方开挖	m ³	89.2	9.67	0.09
	浆砌片石	m ³	125.5	458.59	5.76
	C25 混凝土预制块	m ³	14.5	785.73	1.14
(二)	第二部分：植物措施				19.92
1	新增施工扰动区绿化				0.63
1.1	整地费				0.12
	全面整地	hm ²	0.1	1180.28	0.12
1.2	种植费				0.16
	撒播披碱草+蒙古冰草	hm ²	0.1	1562.85	0.16
1.3	种子费				0.27
	披碱草	kg	3	45	0.14
	蒙古冰草	kg	3	45	0.14
1.4	补植补种费	%	20		0.09
二	拌合站及预制场				19.29
	植物措施				19.29
1	栽种撒播披碱草+蒙古冰草				0.55
1.1	全面整地	hm ²	1.42	1180.28	0.17
1.2	种子费				0.38
	披碱草	kg	42.6	45	0.19
	蒙古冰草	kg	42.6	45	0.19
2	栽种樟子松				18.74
2.1	整地费				4.53
	穴状整地	个	2500	18.13	4.53
2.2	种植费				2.96
	栽植樟子松	株	2500	11.82	2.96
2.3	苗木费				11.25
	樟子松	株	2500	45	11.25
	总计				30.58

表 7-5 水土保持补偿费计算表

防治分区	损坏面积 (hm ²)	补偿费 (万元)	已缴纳 (万元)
项目建设区	270.06	135.03	152.35

表 7-6 水土保持工程分年度投资表 单位: 万元

序号	工程或费用名称	总投资				
		合计	2015	2016	2017	2021
一	第一部分 工程措施	7105.05	124.66	290.59	6659.14	30.67
1	路基及两侧	6774.31	62.14	283.37	6428.80	
2	管理服务区	91.70		7.22	84.48	
3	取土场	6.98			6.98	
4	弃土场	107.35	21.00		55.68	30.67
5	拌合站及预制场	119.91	41.51		78.40	
6	施工便道	4.79			4.79	
二	第二部分 植物措施	709.37		2.67	683.39	23.31
1	路基及两侧	403.94			403.94	
2	管理服务区	62.73			62.73	
3	取土场	4.75			4.75	
3	弃土场	64.38			60.36	4.02
4	拌合站及预制场	154.02			134.73	19.29
5	施工便道	16.88			16.88	
6	供电线路	2.67		2.67		
三	第三部分 临时工程	236.65	8.76	79.96	146.85	1.08
1	临时防护工程	80.36	6.27	74.09		
2	其他临时工程	156.29	2.49	5.87	146.85	1.08
四	第四部分 独立费用	251.02	40.47	15.47	156.34	38.74
1	建设管理费	161.02	2.67	7.47	149.84	1.04
2	水土保持工程建设监 理费	12.00	3.80	4.00	3.50	0.7
3	水土保持勘测设计费	45.00	30.00			15.00
4	水土保持监测费	15.00	4.00	4.00	3.00	4.00
5	水土保持验收报告编 制费	18.00				18.00
	第一至四部分合计	8302.09	173.89	388.69	7645.71	93.80
五	基本预备费	2.75				2.75
六	水土保持补偿费	152.35	152.35			
七	工程总投资	8457.19	326.24	388.69	7645.71	96.55

表 7-7 水土保持工程单价汇总表 单位：元

序号	工程名称	单位	单价	其中								
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	企业管理费	规费	利润	税金	
1	表土剥离	m ³	12.21									
2	绿化覆土	m ³	16.17									
3	鱼鳞形骨架护坡	m ²	260.16									
4	拱形骨架护坡	m ²	94.08									
5	浆砌片石桥头防护	m ²	125.74									
6	浆砌石护脚墙防护	m ²	356.03									
7	碎落台六棱形空心 砖防护	m ²	945.3									
8	浆砌片石窗孔式护 面墙	m ²	299.83									
9	防护网防护	m ²	105.45									
10	浅碟形边沟	m	205.59									
11	矩形盖板边沟	m	315.74									
12	矩形排水沟	m	264.57									
13	挡水埝	m	16.65									
14	平台排水沟	m	291.36									
15	急流槽	m	83.74									
16	蒸发池	座	87878.67									
17	撒播种草	m ²	4.85									
18	穴播柠条	m ²	7.22									

7 水土保持投资估算及效益分析

19	临时防护	m ²	4.85								
20	土质排水沟	m	35.21								
21	消力池	座	131.79								
22	削坡	m ³	6.32								
23	土地整治	1hm ²	13775.00								
24	挡水土围埂	m	22.85								
25	管式急流槽	m	212.42								
26	栽植侧柏	株	15.28								
27	栽植金叶榆	株	10.16								
28	栽植果树	株	10.16								
29	栽植新疆杨	株	8.50								
30	栽植樟子松	株	52.28								
31	栽植旱柳	株	10.16								
32	栽植国槐	株	13.28								
33	栽植灌木	株	8.50								
34	栽植景天	m ²	32.50								
35	浆砌石挡渣墙	100m ³	45858.60	11390.65	15284.72	3045.56	4083.66	1156.14	4134.81	2594.09	4168.96
36	土方开挖	100m ³	966.66	512.40	35.87		75.33	21.33	186.00	47.85	87.88
37	撒播种草	1hm ²	1562.82	768.60	135		124.15	35.15	279.00	78.87	142.08
38	全面整地	1hm ²	1180.28	243.39	160.28	428.72	114.37	32.38	88.35	70.25	107.30
39	穴状整地	100个	1813.03	940.25	94.03		142.11	40.23	341.31	90.27	164.82
40	栽植樟子松	100株	1181.96	538.02	157.79		95.60	27.07	195.30	60.73	107.45

表 7-8 主要材料预算价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	电	kw · h	0.5
2	水	m ³	5.2
3	柴油 10 号	kg	6.04
4	水泥	t	650
5	M10 片石	m ³	106.84
6	披碱草	kg	45
7	蒙古冰草	kg	45
8	樟子松	株	45

表 7-9 施工机械台班时汇总表

机械名称		搅拌机	拖拉机	胶轮架子车
规格		0.4m ³	37KW	
定额编号		8005029	8001064	8007051
不变费用		481.68	60.51	12.07
可变费用	人工	102.48	102.48	102.48
	柴油	340.53	265.69	
	汽油			
	电			
	风			
	水			
	小计	443.01	368.17	102.48
合计		924.69	428.68	114.55

表 7-10 主要苗木价格表 单位: 元

序号	名称及价格	单位	价格(元)			
			原价	运杂费	采保费	预算价格
1	披碱草	kg	45			45
2	蒙古冰草	kg	45			45
3	樟子松	kg	45			45

7.2 效益分析

7.2.1 防治效果分析

本方案在对主体工程设计中具有水土保持功能工程分析评价的基础上,补充完善了水土流失防治措施体系,按照方案设计的目标和要求,各项措施实施后,因工程建设造成的水土流失将得到有效控制,治理工程完工后,可减轻工程建设区域的原生水土流失,取得良好的生态效益。

国道 512 线丰镇至凉城段公路总占地面积 270.06hm²,永久占地 221.96hm²,临时占地 48.10hm²。其中草地 71.27hm²,林地 64.41hm²,交通运输用地 47.45hm²,耕地 86.93hm²。

工程各项水土保持措施实施后,工程建设区生态环境将得到恢复和改善,达到土壤流失控制比目标值后,较原地貌减少水土流失量 52448t。

方案实施后地表植被覆盖度增加,可减轻水土流失程度,可达到预期的治理目标:水土流失治理度可达到 98.21%,土壤流失控制比 0.91,渣土防护率可达 99.54%,表土保护率可达到 96.68%,林草植被恢复率可达到 99.54%,林草植被覆盖率可达到 42.14%。

7.2.2 生态效益

本方案针对项目建设过程中，造成的水土流失的各种施工因素，针对其布设工程、植物措施落实后，水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率及林草植被覆盖率均可达到目标值要求。水土流失防治责任范围内水土流失得到基本治理，新增水土流失得到有效控制，生态环境会得到有效的恢复，环境明显改善，生态效益较为显著。

表 7-11 设计水平年 6 项防治目标达标情况计算表

一、水土保持措施落实后治理情况													
防治分区	防治责任范围 (hm ²)	可绿化面积 (hm ²)	永久建筑物面积 (hm ²)	硬化面积 (hm ²)	水土保持措施面积 (hm ²)			治理达标面积 (hm ²)	永久弃渣和临时堆土总量 (万 m ³)	采取措施永久弃渣、临时堆土数量 (万 m ³)	可剥离表土总量 (万 m ³)	保护表土数量 (万 m ³)	治理后土壤侵蚀模数 (t/km ² .a)
					工程措施	植物措施	小计						
路基及两侧管理服务区	226.86	80.10		122.46	24.30	79.57	103.87	223.12			20.65	19.97	1100
取土场	10.21	3.87	0.91	5.27	0.16	3.87	4.03	9.97			1.17	1.15	1100
弃土场	0.98	0.98				0.98	0.98	0.95					1100
拌合站及预制场	8.60	8.37			0.23	8.37	8.60	8.47	60.96	60.68	1.81	1.72	1100
施工便道	17.00	17.00		0.00		17.00	17.00	16.42			3.51	3.40	1100
供电线路	5.50	3.48		2.02		3.48	3.48	5.38					1100
合计	0.91	0.55	0.36			0.55	0.55	0.91					1100
合计	270.06	114.35	1.27	129.75	24.69	113.82	138.51	265.22	60.96	60.68	27.14	26.24	1100

二、六项防治目标达到情况				
序号	防治目标	防治目标值	水土保持措施实施后达到情况	是否达标
1	水土流治理度 (%)	93.22	98.21	是
2	土壤流失控制比	0.82	0.91	是
3	渣土防护率 (%)	92.55	99.54	是
4	表土保护率 (%)	90.55	96.68	是
5	林草植被恢复率 (%)	95.22	99.54	是
6	林草覆盖率 (%)	24.33	42.14	是

注：计算指标时植物措施面积按植物保存率 98% 计算。

8 水土保持管理

8.1 组织管理

为了保障本工程水土保持方案提出的各项水土保持防治措施的实施和落实，建设单位选派专人负责，积极配合各级水行政主管部门对水土保持工作的监督检查和管理。同时，必须明确水土保持工作的日常管理部门，以便于相关工作的协调和沟通。工程开工时向水行政主管部门备案。

建设单位制定详细的、可操作的水土保持管理制度和奖惩办法，加强对施工单位的管理和约束；认真组织学习和宣传新水土保持等有关法律法规，提高管理者和工作建设者的水土保持意识；经常深入施工现场组织监督和检查，发现问题及时处理。同时，建立水土保持档案管理制度。

8.2 后续设计

生产建设单位应当依据批准的水土保持方案，作为水土保持措施实施的依据。无设计的水土保持措施，不得通过水土保持设施自主验收。主体设计应将方案制定的防治措施内容和投资纳入到主体工程设计及施工图设计，主体工程必须要有水土保持专篇，并且有水土保持技术人员参加，审查本项目初步设计时应同时审查水土保持初步设计，最终取得初步设计批复。水土保持工程因主体工程涉及变更或者因实际需要变更的，按照有关规定及时到有关部门报批，重点变更需另行编制水土保持方案报告书。目前本项目已编制水土保持方案报告书，新增措施在本月实施，施工图初步设计已完成，水土保持初步设计已委托内蒙古新创环境科技有限公司进行编制，后续应加强植被抚育管理及在后续公路运行过程中，建设单位要加强弃土场的监测及防护措施，确保下游居民及公路安全。

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），编制水土保持方案报告书的项目，应依法开展水土保持监测工作。根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2019〕161号），项目实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，

在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应该公开，生产建设单位应该在建设期间将水土保持监测季报在官方网站公开，同时在业主项目部公开。水行政主管部门对监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

2015年7月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司开展水土保持监测工作。监测单位在水土保持监测文件中落实水土保持监测的具体内容和要求，由监测单位开展水土流失动态变化及防治效果的监测。接受监测任务后，应编制水土保持监测实施方案。承担水土保持工程监测工作的单位根据监测合同开展工作，并及时编制工程项目水土保持监测方案，监测单位应针对本项目施工特点进行监测：扰动土地情况、取土（石、料）情况、水土流失情况、水土保持措施等；同时建立施工过程中水土保持监测的影像、遥感、照片等档案资料，发生水土流失危害事件的，应现场通知建设单位，并展开监测，填写记录表，5日内编制水土流失危害监测报告并提交建设单位。水土保持监测任务完成后，整理、分析监测季度报告和监测年度报告，分析评价土壤流失情况和水土流失防治效果，编制监测总结报告。

8.4 水土保持监理

(1) 监理单位及要求

2015年7月建设单位委托内蒙古瑞禾工程管理有限公司开展水土保持监理工作。

(2) 监理工作

建立水土保持监理档案；工程监理文件中应落实水土保持工程监理的具体内容和要求，由监理单位控制水土保持工程的进度、质量和投资。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现场监督检查、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的水土保持工作。施工过程中监理单位要注重积累并整理水土保持资料，特别是临时措施的影像资料和质量评定的原始资料，水土保持竣工验收时要

提交水土保持专项监理报告及临时措施的影像资料。监理月报、年报报各级水行政主管部门备案。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。编制水土保持监理工作报告，作为开发建设项目水土保持设施验收的基础和水土保持验收报告的必备专题报告，定期归档监理成果。

8.5 水土保持施工

建设单位（业主）制定详细、可操作的水土保持施工管理制度和奖惩办法，加强施工管理和对施工单位的约束。认真组织学习和宣传水土保持法律法规，提高管理者和工程建设者的水土保持意识；经常深入施工现场组织督促和检查，发现问题及时处理。

要求施工单位施工期应控制和管理车辆机械的运行范围，防止扩大对地表的扰动；应设立保护地表及植被的警示牌，施工过程应保护表土与植被；建成的水土保持工程应有明确的管理维护要求。

8.6 水土保持设施验收

根据《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》（水利部水保〔2017〕365号）和《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》的规定（水利部水保〔2019〕160号）的规定，项目投产使用前，建设单位应组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应组织水土保持设施验收工作。

水土保持设施自主验收报备应当提交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。

除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开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。公示时间不得少于20天，对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。自主验收后3个月内向水行政主管部门或审批机关报备。

根据《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，生产建设单位开展水土保持设施验收，应当严格执行水土保持标准规范，对存在下列情形之一的，水土保持设施演示有结论应当为不合格；

- 1、未依法依规履行水土保持方案及重大变更的编报审批程序的；
- 2、未依法依规开展水土保持监测或者补充开展的水土保持监测不符合规定的；
- 3、未依法依规开展水土保持监理工作；
- 4、废弃土石渣未堆放在经批准的水土保持方案确定的专门存放地的；
- 5、水土保持措施体系、等级和标准未按经批准的水土保持方案要求落实的；
- 6、重要防护对象无安全稳定结论或者结论为不稳定的；
- 7、水土保持分部工程和单位工程未经验收或验收不合格的；
- 8、水土保持监测总结报告、监理总结报告等材料弄虚作假或存在重大技术问题的；
- 9、未依法依规缴纳水土保持补偿费的。

验收过程中发现的遗留问题，由建设单位负责整改，并由当地水行政主管部门监督实施。通过水土保持专项验收后，建设单位应注重水土保持设施的管护和修复工作，确保水土保持设施的安全运行。

水土保持设施验收后，建设单位落实水土保持设施维护管理部门，严格制定、执行了各项制度，定期对水土保持设施进行检查，对工程出现的局部损坏进行修复，对林草措施及时进行抚育、补植、更新，确保各项水土保持设施完好，使其水土保持功能不断增强，发挥长期、稳定的保持水土、改善生态环境的作用。

水土保持措施单价分析表

项目名称	浆砌片石挡渣墙				
工作内容	拌浆、洒水、砌筑、勾缝。				
定额编号	03028			单位	100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				29720.94
1	人工费				11390.65
	人工	工时	889.20	12.81	11390.65
2	材料费				15284.72
	片石	千块	108.00	106.84	11538.72
	灰浆	m ³	34.00	107.94	3669.96
	其他材料费	%	0.50		76.04
3	机械使用费				3045.56
	灰浆搅拌机 0.4m ³	台时	6.38	115.59	737.46
	胶轮架子车	台时	161.18	14.32	2308.10
二	措施费	%	13.74		4083.66
三	企业管理费	%	4.89		1453.35
四	规费	%	41.7		4749.90
五	利润	%	7.42		2616.14
六	税金	%	10		4262.40
七	合计				46886.39

项目名称	人工挖土（I～II类土）				
工作内容	挖松，就近堆放				
定额编号	01088			单位	100m ³ 自然方
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				548.27
1	人工费				512.4
	人工	工时	40	12.81	512.4
2	材料费				35.87
	零星材料费	%	7		35.87
二	措施费	%	13.74		75.33
三	企业管理费	%	4.89		26.81
四	规费	%	41.7		213.67
五	利润	%	7.42		48.26
六	税金		10		91.23
七	合计				1003.58

项目名称	直播种草-撒播 覆土				
工作内容	种子处理,人工撒播草籽、用耙、耱、石碾子碾等方法覆土。				
定额编号	08057			单位	hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				903.60
1	人工费				768.60
	人工	工时	60.00	12.81	768.60
2	材料费				135.00
	草籽	kg	60.00	45.00	
3	其他材料费	%	5.00		135.00
二	措施费	%	13.74		124.15
三	企业管理费	%	4.89		44.19
四	规费	%	41.7		320.51
五	利润	%	7.42		79.54
六	税金	%	10		147.20
七	合计				1619.18

项目名称	全面整地-机械施工				
适用范围	全面整地，耕深 0.2~0.3m.				
工作内容	人工施肥、拖拉机牵引铧犁耕翻地.				
定额编号	08045			单位	hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				832.39
1	人工费				243.39
	人工	工时	19.00	12.81	243.39
2	材料费				160.28
	农家土杂肥	m ³	1.00	141.84	141.84
	其他材料费	%	13.00		18.44
3	机械使用费				428.72
	拖拉机 37KW	台时	8.00	53.59	428.72
二	措施费	%	13.74		114.37
三	企业管理费	%	4.89		40.70
四	规费	%	41.7		101.49
五	利润	%	7.42		70.25
六	税金	%	10		107.78
七	合计				1185.58

项目名称	胸径 6cm 植苗造林-乔木				
工作内容	挖坑、栽植、浇水、覆土保墒、清理。				
定额编号	08087			单位	100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				695.81
1	人工费				538.02
	人工	工时	42.0	12.81	538.02
2	材料费				157.79
	乔木	株	102.0	45.00	
	水	m ³	3.8	5.20	19.50
	其他材料费	%	3.0		138.29
二	措施费	%	13.74		95.60
三	企业管理费	%	4.89		34.02
四	规费	%	41.7		224.35
五	利润	%	7.42		61.25
六	税金	%	10.0		111.10
七	合计				1222.14

项目名称	100cm(穴径)×100cm(坑深) 穴状(圆形)整地				
工作内容	人工挖土、翻土、碎土.				
定额编号	08029			单位	100 个
序号	项目名称	单位	数量	单价	合计
一	直接费				1034.28
1	人工费				940.25
	人工	工时	73.40	12.81	940.25
2	材料费				94.03
	零星材料费	%	10.00		94.03
二	措施费	%	13.74		142.11
三	企业管理费	%	4.89		50.58
四	规费	%	41.7		392.09
五	利润	%	7.42		91.04
六	税金	%	10		171.01
七	合计				1881.10