

遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目

水土保持监测总结报告

建设单位： 遵 义 钛 业 股 份 有 限 公 司

监测单位： 贵 州 天 保 生 态 股 份 有 限 公 司

2021年1月

遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目

水土保持监测总结报告

建设单位：遵 义 钛 业 股 份 有 限 公 司

监测单位：贵 州 天 保 生 态 股 份 有 限 公 司

2021年1月

单位地址：贵阳市观山湖区甲秀南路 235 号北大资源梦想城 A07
栋 16 楼

邮政编码：550002

联系人：朱波

联系电话：13765124637

传 真：0851-85750838

电子邮箱：gztb@vip.163.com

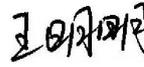
责任页

贵州天保生态股份有限公司

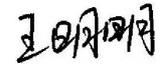
批准：  (总经理)

核定：  (副经理)

审查：  (技术总工)

校核：  (技术总工)

项目负责人：  (工程师)

编写：  (第一章、第二章、负责确定项目情况和监测开展工作)

 (第三章、第四章、第五章，负责调查监测水土流失情况和水土措施效果)

 (第六章、第七章、收集资料计算六大指标得出结论)

目 录

综合说明.....	3
1 建设项目及水土保持工作概况.....	7
1.1 项目概况.....	7
1.2 水土保持工作情况.....	14
2 监测内容与方法及过程.....	20
2.1 监测内容.....	20
2.2 监测方法.....	23
2.3 监测过程.....	25
3 重点对象水土流失动态监测.....	26
3.1 防治责任范围监测.....	26
3.2 取料监测结果.....	28
3.3 弃土监测结果.....	29
3.4 土石方流向情况监测结果.....	29
4 水土流失防治措施监测结果.....	32
4.1 工程措施监测结果.....	32
4.2 植物措施监测结果.....	32
4.3 临时防护措施监测结果.....	33
4.4 水土保持措施防治效果.....	33
5 土壤流失情况监测.....	34
5.1 水土流失面积.....	34
5.2 土壤流失量.....	34
5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量.....	36
5.4 水土流失危害.....	37
6 水土流失防治效果监测结果.....	38
6.1 水土流失总治理度.....	错误！未定义书签。

6.2 土壤流失控制比.....	错误！未定义书签。
6.3 渣土防护率.....	错误！未定义书签。
6.4 表土保护率.....	错误！未定义书签。
6.5 林草植被恢复率.....	错误！未定义书签。
6.6 林草覆盖率.....	错误！未定义书签。
7 结论.....	41
7.1 水土流失动态变化.....	41
7.2 水土保持措施评价.....	41
7.3 存在问题及建议.....	43
7.4 综合结论.....	43

综合说明

遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目位于贵州省遵义市桐梓县楚米镇，地理坐标：东经 $106^{\circ} 48' 19'' \sim 106^{\circ} 49' 39''$ ，北纬 $28^{\circ} 11' 41'' \sim 28^{\circ} 11' 53''$ 。距桐梓县城 8km，距遵崇高速公路楚米收费站 1.1km，距楚米镇 0.8km。

根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律、法规的要求，遵义钛业股份有限公司于 2008 年 05 月委托贵州省水土保持科技示范园管理处承担该项目水土保持方案编制工作。2008 年编制完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》（送审稿），根据 2008 年 11 月 26 日召开本方案技术审查会的审查意见，于 2010 年 7 月修改完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》（报批稿）并获贵州省水利厅批复（黔水保函[2010]139 号）。

根据《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》报批稿，结合项目竣工验收资料与现场实际建设情况，截止 2021 年 1 月，该项目由厂区、进厂道路区、弃渣场区、附属系统区和预留场地五部分组成，工程建设实际征占地面积 36.26hm^2 ，其中永久占地面积为 36.12hm^2 ，临时占地面积 0.14hm^2 。建设共开挖土石方量 121782m^3 （包括表土剥离 23900m^3 ），回填方 126367m^3 ，借方 28795m^3 ，弃方 24210m^3 ，废弃土石方已于 2010 年全部运往经批准的水土保持方案指定的弃渣场堆放完毕。

本项目建设总投资为 99980 万元，其中：固定资产投资 65480 万元，铺底流动资金 34500 万元。建设投资中：土建投资 9546.84 万元。根据资金来源情况及融资方式，本项目业主自筹资金 70000 万元，银行贷款 29980 万元（包括建设期 1.5 年的利息）。主体建设工期为 2008 年 11 月至 2010 年 10 月，总工期为 24 个月；水土保持工期与主体工程工期一致。

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定，开发建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况；工程竣工验收时应提交水土保持监测报告。为落实上述法律法规的规定，切实做好遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目建设过程中的水土流失防治工作，保护项目区生态环境，遵义钛业股份有限公司于 2020 年 12 月委托我公司承担遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测工作，直至工程完工。

2020 年 12 月，贵州天保生态股份有限公司成立了遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测小组，组织相关管理技术人员进行现场踏勘，采用调查监测的监测方法，对项目建设区内的水土流失影响因子、水土流失状况及防治效果开展监测。

通过监测人员现场收集的数据、资料的整理、分析、总结，并结合工程建设实际情况，依据相关水土保持监测技术规范，于 2020 年 1 月编制完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测总结报告》。

据监测显示，本项目水土保持工程各项指标评价如下：水土流失治理度 99.91%，土壤流失控制比 1.58，拦渣率 100%，扰动土地整治率为 99.97%，林草植被恢复率 100%，林草覆盖率 30.23%。监测结果表明，截止至 2020 年 12 月，水土流失六项指标均已达到并超过《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书（报批稿）》的防治目标值。

附表一 生产建设项目水土保持监测特性表

填表时间：2021年1月

主体工程主要技术指标										
项目名称	遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目									
建设概况	10kt/a 海绵钛	建设单位、联系人			遵义钛业股份有限公司/伍志刚					
		建设地点			贵州省遵义市桐梓县					
		所在流域			长江流域					
		工程总投资			99980 万元					
		建设总工期			24 个月					
水土保持监测主要技术指标										
监测单位全称		贵州天保生态股份有限公司			联系人及电话		朱波/13765124637			
自然地理类型		中山、低中山地貌			防治标准		西南岩溶区一级标准			
监测内容	监测指标		监测方法（设施）			监测指标		监测方法（设施）		
	1.水土流失状况监测		调查			2.防治责任范围监测		调查		
	3.水土保持措施情况监测		调查			4.防治措施效果监测		调查		
	5、水土流失危害监测		调查			水土流失背景值		450t/km ² ·a		
方案设计防治责任范围		45.66hm ²			土壤容许流失量		500t/km ² ·a			
水土保持投资		651.85 万元			水土流失目标值		500t/km ² ·a			
防治措施		<p>工程措施：表土剥离23900m³，挡渣墙23.5m，2.0m×2.0m排洪沟140m，0.3m×0.4m排水明沟4750m，0.4m×0.4m排水明沟300m，0.4m×0.4m盖板排水沟4438m，0.6×0.8m截水沟480m，排水暗沟375m，综合护坡2350m²，截水沟485m，土地整治10.96hm²</p> <p>植物措施：植物措施面积10.96hm²。其中种植香樟、桂花、银杏、广玉兰等乔木1772株，撒播草种8.19hm²，种植鸡爪槭、小叶女贞、红叶石楠、杜鹃、八角金盘、冬青及樱花等灌木17296株，种植爬山虎156株</p>								
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值(%)	达到值(%)	实际监测数量					
	扰动土地整治率		95	99.97	防治措施面积	10.41hm ²	永久建筑物及硬化面积	24.84hm ²	扰动土地总面积	36.26hm ²
	水土流失治理度		97	99.91	防治责任范围		336.26hm ²	水土流失面积		11.42hm ²
	土壤流失控制比		1.0	1.58	工程措施面积		0.45hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a
	林草覆盖率		27	30.23	植物措施面积		10.96hm ²	监测土壤流失情况		315t/km ² ·a
	林草植被恢复率		96	100	可恢复林草植被面积		10.96hm ²	林草类植被面积		10.96hm ²
拦渣率		90	100	实际拦渣量		2.42 万 m ³	总弃渣量		2.42 万 m ³	

	水土保持治理 达标评价	根据监测结果，六项指标均达到方案设计目标。
	总体结论	建设单位高度重视水土保持工作，已实施的水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了积极的作用，并不存在明显的水土流失现象。
主要 建议	建设单位一要加强工程措施的维护，二要加强植物措施的后续抚育管理。	

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置

遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目位于贵州省遵义市桐梓县楚米镇，地理坐标：东经 106°48'19"~106°49'39"，北纬 28°11'41"~28°11'53"。距桐梓县城8km，距遵崇高速公路楚米收费站1.1km，距楚米镇0.8 km，交通方便。

1.1.2 建设性质、工程规模与等级

遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目由遵义钛业股份有限公司投资建设，工程性质为新建，审批制项目。

项目规模与特性如下：

项目名称：遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目

建设单位：遵义钛业股份有限公司

建设地点：贵州省遵义市桐梓县

工程性质：新建

施工内容：土建施工及相关机电设备安装等

工程规模：10kt/a

1.1.3 项目组成及分区

遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目建设的基本内容包括：厂区、进厂道路区、弃渣场区、附属系统区和预留场地五部分。其中：厂区包括办公生活区、镁生产系统、钛生产系统、总变电站、循环水系统和河流改道区；弃渣场包括弃渣场和渣场连接道路；附属系统包括供电系统和给排水系统。该项目厂址采用贵州遵义东方实业股份有限公司 5kt/a 海绵钛厂址。贵州遵义东方实业股份有限公司 5kt/a 海绵钛厂址占地面积 22.21hm²，由于资金等原因，贵州遵义东方实业股

份有限公司将该厂址卖给遵义钛业股份有限公司。该公司将其生产规模扩大到10kt/a，为了满足该规模生产要求，遵义钛业股份有限公司在原厂址的基础上又新增占地14.05hm²。

1、厂区：包括办公生活区、镁生产系统、钛生产系统、总变电站、循环水系统和河流改道区六个功能区，其布局如下：

办公生活区：布置在厂区东面，与主出口进道路相连。主要布置有综合办公大楼、食堂、专家公寓、倒班宿舍楼和计量控制室等建（构）筑物。

镁生产系统：布置在厂区中部，由南到北依次布置有还蒸分厂办公楼、电解镁分厂办公楼、电解镁配电室、氯气压缩、镁电解室、准备室、控制室、还蒸厂房、还原蒸馏、成品库、机修房、锅炉房、设备及其备件库等建（构）筑物。

钛生产系统：布置在厂区西面。由西到东依次布置有：办公楼操作室，氧气、乙炔库房，有色、建材、化工、劳保仓库，阳极加工厂房，石油焦库房，高钛渣库房，真空泵及润滑油仓库，氯气加压站，四氯化钛主厂房，四氯化钛罐区，四氯化钛废水处理区，配电所，中和原料库区，冷冻车间，空分车间，钠库，尾气处理及事故处理站，液氯储罐区，铸钠工段间，盐库，氯气液化房，氯气净化房，氯气净化室外设备群以及金属钠配电室等建（构）筑物。

总变电站：布置在厂区中部，占地面积1.50hm²。

循环水系统：布置在总变电站西侧和镁生产系统的北侧，占地面积5.26hm²。主要布置有厂区生产、生活水池，污水处理站和循环水系统装置等建（构）筑。

河流改道区：该项目河道改道由贵州遵义怡海测绘有限责任公司设计。依据设计报告，该河道改造后长约1578m，设定宽为4米，深3m，河道上下游自然高程分别为967.6米和961.5米，河道坡度1.3084%。河道两旁为行人便道。占地面积2.18hm²。

2、进厂道路

经现场调查，为了满足该厂对外运输，根据厂区地形情况，主体工程在厂区东南面新设计一个对外出口与楚米——元田新街公路。路面采用城市混凝土结构，长450m，宽9m。

3、弃渣场

弃渣场：弃渣场布置在厂区西面约 300m 处的天然沟道，成库条件较好，库容大。占地面积 1.53hm²，库容 21.88 万 m³。堆放标高+994m 到+1015m，即 21m。

渣场连接道路：本项目新建渣场连接道路 300m，路面采用城市混凝土结构，宽 6m。

4、附属系统

(1) 供电系统

该项目电源来自于桐梓 110KV 变电站，两回线路 T 接至厂区总降，输电距离 6.2km。

(2) 给排水系统

给水系统：该项目生活用水采用厂区西面的泉水，输水距离 600m，取水量 600m³/d，管径 DN50，管线通过的埋藏方式至厂区水池。生产用水水源为桐梓河取水，输水距离 500m，设计取水量 10000m³/d，管径 DN500，管线通过的埋藏方式至厂区水池。

排水系统：该项目排水采用厂区排水管网、厂区内外沟道以及道路边沟汇集排入厂区西北侧天然沟道，不需修建厂外排水系统。

5、预留场地区

经现场调查，预留场地位于厂区西面，建设过程中作为临时表土堆放场地。

1.1.4 项目占地面积及土石方数量

根据本工程施工图设计资料，并结合现场踏勘 10kt/a 海绵钛项目建设实际征占地面积 36.26hm²，其中主体工程永久占地面积为 36.12hm²，临时工程占地面积 0.14hm²。

根据施工图设计资料与项目交工验收证书，并结合现场实际土石方开挖回填情况，建设共开挖土石方量 121782m³（包括表土剥离 23900m³），回填方 126367m³，借方 28795 m³，弃方 24210m³，废弃土石方已于 2010 年全部运往经批准的水土保持方案指定的弃渣场堆放完毕。

表 1-1 各分区开挖土石方量及回填土石方量分布

项目名称		挖方			填方			调入			调出			借方		弃方	
		小计	土方	石方	小计	土方	石方	土方	石方	来源	土方	石方	去向	土石方	来源	土石方	去向
厂区	办公生活区		1154	2693	4750	654	4096		229	镁生产系统、 总变电站				1174	合法石 料场	500	预留场地
	镁生产系统	7153	1431	5722	6980	1431	5549					173	办公生活 区				
	钛生产系统	92758	47103	45655	98980	25303	73677		1977	循环水系统、 河流改道区、 渣场连接道 路				26045	合法石 料场	21800	预留场地
	总变电站	436	65	371	380	65	315					56	办公生活 区				
	循环水系统	2351	353	1998	1280	353	927					1071	钛生产系 统				
	河流改道区	4875	1853	3022	3874	1553	2321					701	钛生产系 统			300	预留
进厂道路		380	152	228	430	152	278							50	合法石 料场		
弃渣场	弃渣场	310	186	124												310	弃渣场
	渣场	1580	395	1185	1375	395	980					205	钛生产系				

	连接道路												统				
附属	供电系统	253	152	101	253	152	101										
系统	给排水系统	1085	731	354	1085	731	354										
	预留场地	6754	2026	4728	6980	726	6254							1526	合法石料场	1300	预留场地
	合 计	121782	55601	66181	126367	31515	94852		2206			2206		28795		24210	

1.1.5 工程投资及建设工期

本项目建设总投资为 99980 万元，其中：固定资产投资 65480 万元，铺底流动资金 34500 万元。建设投资中：土建投资 9546.84 万元。根据资金来源情况及融资方式，本项目业主自筹资金 70000 万元，银行贷款 29980 万元（包括建设期 1.5 年的利息）。主体建设工期为 2008 年 11 月至 2010 年 10 月，总工期为 24 个月；水土保持工期与主体工程一致。

1.1.6 项目区自然概况

(1) 地质构造

厂区位于扬子准地台黔北台隆遵义断拱贵阳复杂构造变形区。地质构造简单，岩层呈单斜产出，地层倾向 332 度左右，倾角为 17 度左右。

区内出露地层有第四系（Q），三叠系上统二桥组（T3e），三叠系中统狮子山组（T2sh），分述如下：

第四系（Q）：为粘土、填土和河床的砂砾石等堆积、坡积、残积粘土层、砂砾层，主要分布在厂沟谷沿岸地带及地势低洼地带、斜坡中下部。3~10m。

三叠系上统二桥组（T3e）：下部为灰、浅灰色中~厚层状石英砂岩；上部为灰、浅灰色厚层块状砂岩、岩屑石英砂岩，厚 209~373m。出露于厂区大部分地区。

三叠系中统狮子山组（T2sh）：灰色薄~中厚层状灰岩，夹少量泥质灰岩。厚 414~592m，出露于厂区东部地区。

(2) 地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，场区地震动峰值加速度为小于 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.35s，地震烈度小于 VI 度，区域较稳定。

(3) 地质地貌

项目区总体地形属低山河谷地貌。地形坡度在 0-12 度之间，以斜坡及平台

为主，坡向多倾向北；区内最高高程+999.78 m，最低高程+947.07m，相对高差52.71m。

(4) 气象

项目区属于亚热带湿润季风气候区，四季分明，冬无严寒、夏无酷暑。根据贵州省桐梓县气象局资料，项目区多年平均气温14.6℃，最热月（7月）24.5℃，最高气温37.5℃（1952年7月3日），最低气温-6.9℃（1977年1月30日）；多年平均降水量为1054.7mm，降水多集中在5~10月，1小时最大降水量47.2mm，24小时最大降水量178.80mm，20年一遇1小时降水量78.82mm；年平均蒸发量409.2mm，年平均相对湿度79%；多年平均日照时数为1091.6时，无霜期248天；≥10℃积温4563.7℃；年最大冻土深度2cm；全年主导风向以SE为主，多年平均风速为1.9m/s；主要灾害性气候是干旱、洪涝以及凝冻。

(5) 水文

项目区属于长江流域綦江水系，位于綦江河支流桐梓河上游，区内发育有桐梓河支流元田沟，标高945~950m，多年平均流量0.22m³/s。位于厂区东侧的桐梓河为当地最低侵蚀基准面，河床最低标高943m，多年平均流量8.05 m³/s。

受大气降水影响，项目区径流洪枯变化悬殊，年内分配不均，汛期5~10月径流占全年78%左右，枯水期11~4月径流占全年的22%左右。

(6) 土壤

项目区及附近区域土壤主要有水稻土和黄壤，pH值6~6.4左右。其中水平分布主要为水稻土，平均厚度约1~2.5m；黄壤主要分布在厂区中南部，平均厚度约0.5~1.5m。

黄壤属温暖湿润的亚热带季风性气候条件下发育而成的土壤，在风化作用和生物活动过程中，土壤原生矿物受到破坏，富铝化作用表现强烈，发育层次明显，全剖面成酸性，pH值6.4左右，有机质含量丰富。

水稻土是指发育于各种自然土壤之上、经过人为水耕熟化、淹水种稻而形成

的耕作土壤。全剖面成酸性，pH 值 6 左右，有机质含量丰富。

(7) 植被

项目区植被属亚热带常绿阔叶林带，但已没有原生植被存在，次生灌丛、草被生长良好，覆盖度相当高。根据现场调查，项目区及周边主要乔木树种有：青冈、侧柏、杨树和柳杉等，主要灌木树种有：小叶黄杨、火棘、刺梨、刺叶栎等。经计算，项目区林草覆盖率约 5.77%。

八、水土流失重点防治区划分情况

根据《根据《贵州省水利厅关于印发贵州省水土流失重点预防区和重点治理区划分成果的通知》（黔水保[2015]82 号），本项目所在区域属于乌江中下游国家级水土流失重点治理区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。因此本报告采用《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）中西南岩溶区一级标准对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案编报情况

根据《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律、法规的要求，遵义钛业股份有限公司于 2008 年 05 月委托贵州省水土保持科技示范园管理处承担该项目水土保持方案编制工作。2008 年编制完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》（送审稿），根据 2008 年 11 月 26 日召开本方案技术审查会的审查意见，于 2010 年 7 月修改完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》（报批稿）并获贵州省水利厅批复（黔水保函[2010]139 号）。

1.2.2 水土保持工作组织开展情况

建设单位在工程建设过程中高度重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，工程部详细地安排各单位工程的施工顺序，为项目建设的各单位开工做好准备，并为其连续快速施工做好周密安排。

2020年12月，建设单位委托贵州天保生态股份有限公司承担该项目水土保持监测工作。项目动工前、施工期的水土流失、防治效果及危害的监测记录与资料全部通过监测人员现场监测得出。

1.2.3 水土保持工程实施概况

监测结果显示，建设单位在建设过程中，各防治分区均采取了适宜的水土保持工程措施或植物措施，水土保持措施的总体布局较为合理，防治效果比较明显，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，基本达到了《遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目水土保持方案报告书》（报批稿）的设计要求。

截止2020年12月，项目建设区实施的水土保持措施如下：

工程措施：表土剥离23900m³，挡渣墙23.5m，2.0m×2.0m排洪沟140m，0.3m×0.4m排水明沟4750m，0.4m×0.4m排水明沟300m，0.4m×0.4m盖板排水沟4438m，0.6×0.8m截水沟480m，排水暗沟375m，综合护坡2350m²，截水沟485m，土地整治10.96hm²。

植物措施：植物措施面积10.96hm²。其中种植香樟、桂花、银杏、广玉兰等乔木1772株，撒播草种8.19hm²，种植鸡爪槭、小叶女贞、红叶石楠、杜鹃、八角金盘、冬青及樱花等灌木17296株，种植爬山虎156株。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测目的

(1) 施工建设过程中的水土流失进行适时监测和监控。了解项目建设中水土保持方案实施情况，掌握水土流失发生的时段、强度等情况，及时采取相应的防控措施。

(2) 为项目的水土流失预测和制定防治方案提供依据。积累水土流失预测的实测资料和数据，为确定预测参数、预测模型等服务。

(3) 为项目的水土保持专项验收提供依据。通过对项目建设全过程的监测说明施工、建设、生产运行中防治水土流失效果。

1.3.2 监测原则

(1) 全面调查与重点观测相结合。全面调查即对本项目水土流失防治责任

范围进行核实,并对水土流失及其防治状况进行全面调查。在全面调查的基础上,确定水土流失及其防治效果监测的重点区域,并确定相应的观测方法。

(2) 定期调查和动态观测相结合。对水土流失防治分区、地形地貌、地面组成物质、植被种类、覆盖度等变化随主体工程总体布局与施工进度变化而变化,需通过定期调查获取。

对土壤侵蚀形式、降水量、径流量、泥沙量、工程实施进展与防治效果等因子,根据项目不同阶段地面变化情况,采用不同的观测方式进行动态观测。

(3) 调查、观测与巡查相结合。随着工程施工进度变化,场地水土流失存在的问题和隐患也在不断的变化。为了及时掌握各种可能出现的水土流失问题,现场隐患。除了调查与观测外,必须进行不断的巡查,制定巡查计划和工作表格,现场填写表格,并定期向水行政主管部门和建设单位汇报和提出相应的处理意见。建设单位在当地水行政主管部门的监督下,根据情况制定相应的处理方案,以保证水土保持监测的时效。

(4) 项目水土保持监测费用应纳入水土保持方案,建设期监测费用应由建设费列支,生产期的监测费用应由生产费用列支。

(5) 结合项目建设特点和新增水土流失预测结果,以项目弃渣场区、施工便道区、路基工程区、互通工程区和施工营地区作为监测重点;监测方法力求经济、适用和可操作;监测成果客观、及时、准确。

1.3.3 任务委托及监测工作组织

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《水土保持生态环境监测网络管理办法》等法律法规的规定,开发建设单位和管理单位应设立专项监测设施对项目建设引起的水土流失状况进行监测,并定期向项目所在地水行政主管部门通报本单位水土流失防治工作的情况;工程竣工验收时应提交水土保持监测报告。为落实上述法律法规的规定,切实做好遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目建设过程中的水土流失防治工作,保护项目区生态环境,遵义钛业股份有限公司于 2020 年 12 月委托贵州天保生态股份有限公司承担遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测工作。

接受委托之后，我公司即成立了遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测项目部，负责该项目的水土保持监测工作。项目部成员共 4 名，工程师 2 名，助理工程师 2 名，具有水土保持监测上岗证书人员 3 名，专业涉及水土保持、水文水资源、林学等领域。

1.3.4 监测点布设

（一）监测点布设原则

（1）建设类项目监测设施按临时监测设施设置，具体数量根据具体项目及其要求确定。

（2）监测设施应对开发建设类项目具有整体控制性，重点地段实施重点监测。

（3）按照项目的实际情况，监测的目的，监测设施的使用状况可临时增加布设监测设施。

（4）根据项目建设的实际情况可增设临时监测点，监测内容、方法与成果组织形式尽量与以上所提监测点的内容、方法与成果保持一致，有利于为项目监测服务。

（5）每个监测点都应有较强的代表性，对所在水土流失类型区和监测重点要有代表意义，原地表与扰动地表具有一定的可比性，选择宜避免人为活动的干扰，交通方面，便于监测管理的场地。

（6）各种观测场地应适当集中，不同的监测项目宜相互结合。

（二）监测点分布情况

根据已确定的水土流失监测范围及其分区，水土流失防治措施监测的重点地段和重点对象，并结合《方案（报批稿）》及实地调查得出在项目建设区内共布设监测点 6 个（处），布设情况具体如下：

（1）厂区设置 2 个监测点，本区监测重点为厂房及道路区域排水、综合护坡的实施完成情况及植物措施的生长情况与管护情况。

(2) 进厂道路区布设 1 个监测点，监测重点主要为道路排水措施实施情况、行道树生长情况。

(3) 弃渣场区布设 1 个监测点，本区监测重点为弃渣场弃渣量、堆渣高度、挡渣墙、截排水措施的实施情况及后期弃渣场植被恢复过程中植被的生长情况。

(4) 预留用地区布设 1 个监测点，主要监测该区域的植被恢复情况。

(5) 附属系统区布设 1 个监测点，主要监测施工临时用地后期覆土绿化措施的实施情况。监测点分布情况详见表 1-2。

表 1-2 水土保监测点布设位置

序号	监测项目	数量	监测位置
1	工程占地、扰动地表面积	无	工程征地范围、扰动地表范围
2	降雨监测	无	利用项目区气象站资料
3	地形地貌变化情况	1	弃渣场
4	植被生长状况监测样方	3	厂区、预留用地区、弃渣场
5	坡面水土流失量及其强度 (包括测桩、侵蚀沟样方)	1	厂区
6	水土流失危害	不定点	场区内调查统计水土流失危害情况
7	工程措施的运行情况	不定点	调查统计弃渣场、厂区、进厂道路区、预留用地区的 拦挡、排水、覆土整治等工程措施的运行情况
8	植物成活率、保存率	不定点	调查统计项目区水土保持植物措施面积及生长情况

1.3.5 监测设施设备

根据确定的监测点分布及监测重点，对监测点的监测方法、设施进行典型设计。本工程水土保持监测设施以监测时段和监测分区的划分为基础，根据监测点布设的原则来布设。共布设监测点 6 个，主要为调查的方法。主要的监测设施设备如下：手持水准仪 1 台、GPS 仪 2 套、皮尺 1 具、钢尺 1 具、数码相机 2 部、激光测距仪 1 台、罗盘仪 1 台。

1.3.6 监测技术方法

依据《水土保持监测技术规程》，结合《方案（报批稿）》和项目区的实际

情况，确定本项目采用调查的方法对各项指标实施监测。植物措施实施区采用植物样方调查其植被状况。选择有代表性的植物样方分乔、灌、草三层调查，测量相关指标。

1.3.7 监测成果提交情况

2020年12月遵义钛业股份有限公司委托贵州天保生态股份有限公司承担遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目的水土保持监测工作，贵州天保生态股份有限公司于2020年12月编制完成了《遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目水土保持监测实施方案》，根据《监测实施方案》，多次对项目建设区实施了全面的监测，并于2021年1月编制完成了《遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目水土保持监测总结报告》。

2 监测内容与方法及过程

2.1 监测内容

本项目水土保持监测主要包括施工全过程各阶段扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等方面。

2.1.1 扰动土地监测

在开发建设过程中对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为，均属于扰动地表行为，扰动地表水土保持监测内容主要有项目建设永久占地和临时占地，永久扰动地表植被面积，永久和临时弃渣量积极变化等情况。

2.1.2 防治责任范围监测

水土流失防治责任范围包括项目建设区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积和临时占地面积均在本项目水土保持监测工程开展时确定，故没有防治责任范围动态监测内容。

1) 永久占地

永久占地是工程建设单位为工程建设永久征地区域，水土保持监测过程中复核工程建设是否在红线范围内施工。

2) 临时占地

复核临时占地使用情况及扰动面积情况，是否合法租用，租用后是否恢复原地貌状况及原土地使用功能状况，临时性占地面积有否超范围使用。

2.1.3 取土（石、料）弃土（石、渣）监测

主要监测土石方开挖、回填利用情况，以及土石方堆放于弃渣场后弃渣场设置的挡渣墙、截水沟、排水沟、排洪沟等措施和拦渣率。

2.1.4 水土流失防治监测

水土流失防治监测主要是运行期开展监测工作，监测内容主要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。水土流失防治监测主

要包括水土流失状况监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测。

(1) 水土流失状况监测

主要监测项目建设区内土壤侵蚀类型及形式、水土流失面积。根据本项目所在地区实际情况，土壤侵蚀的类型主要为水力侵蚀及重力侵蚀，其中，水力侵蚀形式分为沟蚀和面蚀。此外，对监测内容还包括水土流失面积的监测。

A 水力侵蚀：面蚀-降雨和地表径流使坡地表土比较均匀剥蚀的一种水力侵蚀包括溅蚀、片蚀和细沟侵蚀。沟蚀-坡面径流冲刷土壤或土体，并切割陆地地表形成沟道的过程，又称线状侵蚀或沟状侵蚀。

B 重力侵蚀：坡地表层土石物质，主要由于受到重力作用，失去平衡，发生位移和堆积的现象，称为重力侵蚀。

C 水土流失面积：除微度侵蚀外，其他强度的侵蚀面积统称为水土流失面积。

运行期的水土流失状况监测的重点主要是场内道路开挖回填边坡、风机平台开挖回填边坡的拦挡、道路排水及裸露地表植被恢复。

(2) 运行期水土保持措施防治效果监测

A 水土保持防治措施（工程措施和植物措施）的数量和质量；

B 工程防护措施的稳定性、完好程度和运行情况；

C 林草的生长发育情况（树高、乔木胸径、灌木冠幅）、成活率、保存率、抗性及植被覆盖率；

D 各种已实施的水土保持措施的拦沙（渣）保土效果监测，包括挖方、填方数量及面积、弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；控制土壤流失量、提高拦渣率、改善生态环境的作用等。

E 防治目标监测，监测各个防治目标的达标情况。

F 监督、管理措施的落实情况

运行期水土保持措施防治效果的监测是针对整个项目的全部区域开展的。

(3) 水土流失危害监测

A 对周边或下游河道、天然排水通道的影响情况：监测水土流失是否流入项目建设区周边或下游河道、天然排水通道，是否对其产生严重危害等影响。

B 对周边影响情况：根据项目实际情况，监测项目建设是否对周边产生影响或危害。

C 其他水土流失危害：除上述几类危害外，监测项目建设是否还造成了其他

的水土流失危害。

水土流失危害监测是针对整个项目的全部区域开展的，主要包括：

A 项目建设造成水土流失对周边农田、河流、水库、乡村道路及植被的危害；

B 项目建设造成水土流失对周边居民造成的影响状况；

C 项目建设造成水土流失危害趋势及可能发生灾害现象；

D 项目建设造成水土流失对区域生态环境影响状况；

E 项目建设过程重大水土流失事件监测。

2.1.5 土壤流失量监测

土壤流失量监测主要包括水土流失面积监测、土壤流失量监测、场内潜在土壤流失量监测、水土流失危害监测，运行期重点监测区域是厂内道路及弃渣场的拦挡、排水及裸露地表植被恢复的水土流失危害监测。各监测时段监测内容详见表 2-1。

表 2-1 项目各监测时段监测内容

监测时段	监测分区	监测内容		
施工期	整个项目建设区	防治责任范围监测	复核项目建设区实际面积	
			项目建设期间防治责任范围变化情况	
		弃土弃渣动态监测	监测弃渣量、岩土类型、弃土弃渣堆放情况（面积、堆渣高度、坡长、坡度、堆渣量等）、防护措施进展情况及拦渣率	
			水土流失防治动态监测	土壤侵蚀类型及形式
		水土流失面积		
		实施的水土保持措施数量及质量		
		水土保持措施完好性、运行情况		
		防治要求及管理措施实施情况监测		
		对周边河道及水利设施的影响情况		
		施工期土壤流失量动态监测	造成的其他水土流失危害	
			项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查	
土壤侵蚀强度				
土壤侵蚀模数				
		土壤侵蚀量		
		重大水土流失事件动态监测	及时反映重大水土流失事件，并上报监测管理机构	
水土保持措施运行初期（林草植被恢复期）	整个项目建设区	水土保持措施防治效果	实施的水土保持措施数量及质量	
			水土保持措施完好性、运行情况	
			林草的生长发育情况	
			各种已实施的措施的拦沙（渣）保土效果	
			防治目标监测	
	临时占地区		土壤流失量动态监测	土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数及土壤侵蚀量
水土流失状况监测			对水土流失状况的监测实施情况及效果的监测	
		水土保持措施防治效果	防治措施实施情况及效果的监测	

2.2 监测方法

本项目水土保持监测工作主要采用了卫星遥感监测、无人机遥感监测、地面观测、实地调查量测的检测方法，并在监测过程中综合利用上述方法形成掌握项目建设区水土流失及防治状况的监测体系。

2.2.1 实地调查量测

实地调查量测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣）及水土保持措施（拦挡工程、护坡工程和土地整治工程等）实施情况。

(1) 面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

(2) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行期开展监测工作，针对整个项目的全部区域进行监测。

(3) 水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行期开展监测工作。

对于项目建设区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《遵宝钛业有限公司水土保持方案报告书（报批稿）》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤容重、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

A 土壤类型及地面组成物质识别：监测工作鉴别土壤质地时常在野外进行，因此必须掌握一定的野外鉴别土壤质地的方法及标准。

B 土壤含水率测定：用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然

后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率。

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

C 孔隙度、容重测定：用环刀法在土壤剖面上取土，带回室内称重，在进行浸泡后，计算土壤的毛管孔隙度、非毛管孔隙度、总孔隙度、田间持水量和容重。

D 土壤抗蚀性测定：土壤抗蚀性指单位面积上表土层抵抗水力冲刷的能力，值越大抵抗能力越强，值越小抵抗能力越弱。土壤抗性指标采用土壤袖珍剪力仪现场测定。

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在项目的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

(4) 水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在施工期和运行期开展监测工作。

A 水土流失状况监测：主要调查的监测指标为项目建设区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

B 水土保持措施防治效果：包括防治措施的数量与质量。本项目整个项目建设区水土保持措施的数量主要由业主及施工单位提供，项目的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施项目量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

C 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况：本项目的防护工程主要指挡土墙、护坡、排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

D 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测：主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

E 林草植被恢复：包括水土流失状况监测和林草措施防治效果监测。

2.2.2 卫星及无人机遥感监测

利用卫星拍摄的真彩或假彩遥感影像，通过人工解译，明确项目建设各区域

的地表扰动情况，各区域建设的动态监测。

2.2.3 地面观测

通过采用土壤侵蚀量标桩定位法观测土壤侵蚀模数。利用治理后的土壤侵蚀模数与未治理区域的土壤侵蚀模数对比分析。使用钢钎、水泥桩、竹木棍等材料制作成标桩，标记刻度，布设在项目区内土壤侵蚀典型地段，通过标桩量测该地段的土壤侵蚀或泥沙淤积强度。

2.3 监测过程

截止 2021 年 1 月，我单位会同水土保持验收报告编制单位工作人员一起，出现场 2 次，主要核查工程现场水土保持措施的完善情况，重点就弃渣场、厂区、预留用地区、进厂道路区的拦挡、排水、植被恢复的完善工作进行全面复核。

2021 年 1 月，我单位监测组汇总、分析相关资料，完成了《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持监测总结报告》

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

一、方案设计的水土保持防治责任范围

根据贵州省水利厅批复的《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持变更方案》，本项目水土流失防治责任范围为 45.66hm²，其中永久占地 42.30hm²，临时占地 0.14hm²。详细的水土流失防治责任范围详见表 3-1。

表 3-1 水土保持方案设计水土流失防治责任范围表

项目组成		合计	建设区			直接影响区
			小计	永久占地	临时占地	
厂区	办公生活区	4.45	4.14	4.14		0.31
	镁生产系统	8.56	8.35	8.35		0.21
	钛生产系统	12.68	12.17	12.17		0.51
	总变电站	1.53	1.5	1.5		0.03
	循环水系统	3.36	3.34	3.34		0.02
	河流改道区	2.65	2.18	2.18		0.47
	小计	33.23	31.68	31.68		1.55
进厂道路	进厂道路	0.79	0.5	0.5		0.29
	小计	0.79	0.5	0.5		0.29
弃渣场	弃渣场	1.77	1.53	1.53		0.24
	渣场连接道路	0.72	0.24	0.24		0.48
	小计	2.49	1.77	1.77		0.72
附属系统	供电系统	0.08	0.05	0.05		0.03
	给排水系统	0.68	0.17	0.03	0.14	0.51
	小计	0.76	0.22	0.08	0.14	0.54
预留场地	预留场地	8.33	8.27	8.27		0.06
	小计	8.33	8.27	8.27		0.06
拆迁安置		0.06	0			0.06
合计		45.66	42.44	42.30	0.14	3.22

二、实际监测期间的防治责任范围

根据《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）的有关规定，结合业主提供的项目建设区实测图，经监测人员进行现场复核，项目建设区实际水土流失防治责任范围面积为 36.26hm^2 ，其中项目建设区实际征占地面积 36.26hm^2 。水土流失防治责任范围变化情况如下：

（1）厂区

通过现场调查及查阅相关主体建设资料，项目建设过程中严格按照设计图纸进行施工，厂区用地 31.68hm^2 ，与方案设计一致（方案编制时厂区已基本完工）。

（2）进厂道路区

通过现场调查及查阅相关主体建设资料，项目建设过程中严格按照设计图纸进行施工，进厂道路在方案编制时已路基工程已完工，故该区域水土流失防治责任范围与方案设计一致，仍为 0.5hm^2 。

（3）弃渣场区

本项目弃渣场位于厂区西北部，占地面积 1.77hm^2 ，与方案设计一致（方案编制时弃渣已基本结束）。

（4）附属系统区

该区域主要是供水及供电系统用地，方案编制时已完工，实际占地面积与方案设计一致，仍为 0.22hm^2 。

（5）预留场地区

经现场调查，本项目预留用地位于弃渣场下游与厂区之间，占地面积 1.95hm^2 ，与方案设计相比减少了 6.32hm^2 （方案设计预留场地占地面积 8.27hm^2 ，水土保持方案设计图纸中该分区的范围与我公司验收报告编制时复核的范围一致，但该区域的实际占地面积仅 1.95hm^2 ）。

表 3-2 监测认定的水土流失防治责任范围表

项目组成		合计	建设区		
			小计	永久占地	临时占地
厂区	办公生活区	4.14	4.14	4.14	
	镁生产系统	8.35	8.35	8.35	
	钛生产系统	12.17	12.17	12.17	
	总变电站	1.5	1.5	1.5	
	循环水系统	3.34	3.34	3.34	
	河流改道区	2.18	2.18	2.18	
	小计	31.68	31.68	31.68	
进厂道路	进厂道路	0.5	0.5	0.5	
	小计	0.5	0.5	0.5	
弃渣场	弃渣场	1.53	1.53	1.53	
	渣场连接道路	0.24	0.24	0.24	
	小计	1.77	1.77	1.77	
附属系统	供电系统	0.05	0.05	0.05	
	给排水系统	0.17	0.17	0.03	0.14
	小计	0.22	0.22	0.08	0.14
预留场地	预留场地	1.95	1.95	1.95	
	小计	1.95	1.95	1.95	
合计		36.26	36.26	36.12	0.14

3.1.2 建设期扰动土地面积

本项目在建设过程中扰动地表方式主要为场地平整、修建道路以及修建附属设施时破坏地表植被和土壤；扰动地表区域主要分布在厂区、进厂道路区、弃渣场区、附属系统区和预留用地区，通过对项目的监测调查统计，项目建设区实际占地面积为 36.26hm²，项目建设过程中，扰动土地面积为 36.26hm²。

3.2 取料监测结果

根据现场调查，本项目建设过程中未使用取料场，故没有取土（石）情况的监测资料。

3.3 弃土监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

根据《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》及施工图设计资料，本项目建设共开挖方 121782m³（包括表土剥离 23900m³）；回填料 126367m³；借方 28795 m³；弃方 24210 m³。

厂区开挖方 118174m³（表土剥离 23900m³），回填料 123224m³，借方 28745 m³，区间调配 205m³，弃方 23900m³，弃方为剥离表土，临时堆放于预留场地，用于林草措施种植回填。

进厂道路开挖方 380m³，回填料 430m³，借方 50m³。

弃渣场开挖方 1890m³，回填料 1375m³，区间调配 205m³，弃方 310m³。

附属系统区开挖方 1338m³；回填料 1338m³。

3.3.2 弃渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

根据施工图设计资料，并结合现场实际土石方开挖回填情况，本项目建设共开挖土石方量 121782m³（包括表土剥离 23900m³），回填料 126367m³，借方 28795 m³，弃方 24210m³，废弃土石方已于 2010 年全部运往经批准的水土保持方案指定的弃渣场堆放完毕。

3.4 土石方流向情况监测结果

表 3-3 土石方流向表

项目名称		挖方			填方			调入			调出			借方		弃方	
		小计	土方	石方	小计	土方	石方	土方	石方	来源	土方	石方	去向	土石方	来源	土石方	去向
厂区	办公生活区		1154	2693	4750	654	4096		229	镁生产系统、 总变电站				1174	合法石 料场	500	预留场地
	镁生产系统	7153	1431	5722	6980	1431	5549					173	办公生活 区				
	钛生产系统	92758	47103	45655	98980	25303	73677		1977	循环水系统、 河流改道区、 渣场连接道 路				26045	合法石 料场	21800	预留场地
	总变电站	436	65	371	380	65	315					56	办公生活 区				
	循环水系统	2351	353	1998	1280	353	927					1071	钛生产系 统				
	河流改道区	4875	1853	3022	3874	1553	2321					701	钛生产系 统			300	预留
进厂道路		380	152	228	430	152	278							50	合法石 料场		
弃渣场	弃渣场	310	186	124												310	弃渣场
	渣场	1580	395	1185	1375	395	980					205	钛生产系				

	连接道路												统				
附属 系统	供电系统	253	152	101	253	152	101										
	给排水系统	1085	731	354	1085	731	354										
预留场地		6754	2026	4728	6980	726	6254							1526	合法石 料场	1300	预留场地
合 计		121782	55601	66181	126367	31515	94852		2206			2206		28795		24210	

4 水土流失防治措施监测结果

根据建设单位、监理单位提供资料及我公司技术人员现场复核，综合主体工程设计中具有水土保持功能工程项目的建设，遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目建立了以水土保持工程措施和植物措施相结合的生态恢复体系，最大限度地减少水土流失量。项目在建设期间，充分顺应地形，分台阶布置，有效减少了项目场平期间的土石方开挖量；项目区设置有排水沟、截水沟、挡渣墙、排洪沟、综合护坡、土地整治、覆土绿化等措施，既能保障工程的安全性，又对水土保持工作起到了积极有效的作用；

项目水土保持工程措施量根据主体监理资料为主要依据；林草措施以《遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目绿化工程量清单》等资料为主要依据，在此基础上进行现场调查复核相关工程布置及工程量，分析整理获得相关数据。

4.1 工程措施监测结果

根据现场调查以及结合《遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目结算报告》，截至2020年12月，项目建设区已经实施的水土保持工程措施主要有：表土剥离23900m³，挡渣墙23.5m，2.0m×2.0m排洪沟140m，0.3m×0.4m排水明沟4750m，0.4m×0.4m排水明沟300m，0.4m×0.4m盖板排水沟4438m，0.6×0.8m截水沟480m，排水暗沟375m，综合护坡2350m²，截水沟485m，土地整治10.96hm²。

4.2 植物措施监测结果

根据现场调查以及结合《贵州遵宝钛业有限公司新建10kt/a海绵钛项目绿化工程量清单》，截至2020年12月，本项目实施的植物措施有：植物措施面积10.96hm²。其中种植香樟、桂花、银杏、广玉兰等乔木1772株，撒播草种8.19hm²，种植鸡爪槭、小叶女贞、红叶石楠、杜鹃、八角金盘、冬青及樱花等灌木17296株，种植爬山虎156株。

4.3 临时防护措施监测结果

根据年度监测报告、现场调查以及结合建设单位提供的《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目结算报告》，截止 2020 年 12 月，项目建设区未实施水土保持临时措施。

4.4 水土保持措施防治效果

项目在建设过程中以《方案（报批稿）》为依据，将重点治理和综合防治、植被恢复与工程防护、防治水土流失与治理土壤侵蚀和提高土地生产力有机结合起来，统筹安排各类水土保持措施，以工程措施为先导，发挥其速效性和控制性；加强点、线、面林草建设，改善和恢复水土流失防治责任范围内的生态环境，发挥项目区生态自我恢复能力和生物措施的后效性，促进建设区可持续发展，形成较为完整的水土流失防治体系。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

本项目主体建设工期为 2008 年 11 月至 2010 年 10 月，总工期为 24 个月；水土保持工期为 2008 年 11 月至 2010 年 10 月，总工期为 24 个月。根据监测结果，项目建设区实际占地面积为 36.26hm²，已全部扰动。建设期水土流失面积为 36.26hm²，试运行期水土流失面积 11.42hm²。详见表 5-1。

表 5-1 项目建设区水土流失面积表 单位：hm²

防治分区	扰动地表面积 (hm ²)	水土保持措施面 积(hm ²)	建筑物及场地道 路(hm ²)	水土流失面积 (hm ²)
厂区	31.68	8.13	23.55	8.13
进厂道路区	0.5	0.08	0.42	0.08
弃渣场区	1.77	1.19	0.58	1.20
附属系统区	0.22	0.06	0.16	0.06
预留用地区	1.95	1.95	0	1.95
合计	36.26	11.41	24.84	11.42

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌土壤流失量

根据贵州省水土保持科技示范园管理处提交的《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》（报批稿），工程所在地属于西南土石山区，项目监测开始时，本项目尚未开工建设，因此，原地貌土壤流失量直接应用水土保持方案报告书计算结果。根据水土保持方案计算结果，项目建设区年均原地表土壤侵蚀模数为 450t/（km²·a），年均土壤侵蚀量 334.88t。

5.2.2 建设期土壤流失量

项目建设区扰动地表区域通过建立遥感数据解译标志、从遥感数据上提取该

区域林草覆盖度结合项目建设区地形图综合分析,参照《土壤侵蚀分级分类标准》(SL190-2007)的土壤侵蚀强度分级标准(表 5-2)和面蚀分级指标(表 5-3)等规定,确定水土流失等级。

表 5-2 土壤侵蚀强度分级标准表

侵蚀级别	平均侵蚀模数 t/(Km ² ·a)	平均流失厚度 (mm/a)
微度侵蚀	<500	<0.37
轻度侵蚀	500-2500	0.37-1.9
中度侵蚀	2500-5000	1.9-3.7
强烈侵蚀	5000-8000	3.7-5.9
极强烈侵蚀	8000-15000	5.9-11.1
剧烈侵蚀	>15000	>11.1

表 5-3 面蚀分级指标表

地面坡度 地类		5°-8°	8°-15°	15°-25°	25°-35°	>35°
非耕地 林草覆盖度 (%)	60-75	轻度			中度	
	45-60	轻度	中度		强烈	极强烈
	30-45		中度		强烈	极强烈
	<30	中度		强烈	极强烈	剧烈
坡耕地		轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈

主体工程建设期自 2008 年 11 月至 2010 年 10 月,根据监测结果显示,项目开展水土保持监测期间,项目建设区扰动地表面积为 36.26hm²,扰动区域平均土壤侵蚀模数 2609t/km²·a,扰动地表水土流失总量为 1892.28t。扰动地表土壤流失量详见表 5-4。

表 5-4 项目建设期土壤流失量计算表

防治分区	扰动面积	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	土壤流失量 (t)
一级分区	(hm ²)					
厂区	31.68	2008.11-2010.10	中度	31.68	2500	1584
进厂道路区	0.5	2008.11-2010.10	中度	0.5	3000	30
弃渣场区	1.77	2008.11-2010.10	中度	1.77	4500	159.3
预留用地区	0.22	2008.11-2010.10	微度	0.22	450	1.98
附属系统区	1.95	2008.11-2010.10	中度	1.95	3000	117

合计	36.26		中度	36.26		1892.28
----	-------	--	----	-------	--	---------

5.2.3 试运行期土壤流失量

主体工程于 2010 年 10 月建设完工进入试运行期，根据监测结果显示，项目开展水土保持监测期间，项目建设区已扰动地表面积为 36.26hm²，平均土壤侵蚀模数 315t/km²·a，试运行期土壤流失量为 1141.8t。试运行期土壤流失量详见表 5-5。

表 5-5 项目试运行期土壤流失量计算表

防治分区	扰动面积	监测时段	强度级别	土壤侵蚀面积 (hm ²)	土壤侵蚀模数 t/(km ² ·a)	土壤流失量 (t)
一级分区	(hm ²)					
厂区	31.68	2010.11-2020.12	微度	31.68	300	950.4
进厂道路区	0.5	2010.11-2020.12	微度	0.5	300	15
弃渣场区	1.77	2010.11-2020.12	微度	1.77	500	88.5
预留用地区	0.22	2010.11-2020.12	微度	0.22	450	9.9
附属系统区	1.95	2010.11-2020.12	微度	1.95	400	78
合计	36.26		微度	36.26	315	1141.8

5.3 取土（石、料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

根据监测结果显示，本项目在建设过程中，涉及土料通过土建施工前剥离堆存的表土资源进行利用，石料通过外购解决，因此，不存在取土（石、料）场潜在土壤流失量。

根据施工图设计资料与项目交工验收证书，并结合现场实际土石方开挖回填情况，建设共开挖土石方量 121782m³（包括表土剥离 23900m³），回填方 126367m³，借方 28795 m³，弃方 24210m³，废弃土石方已于 2010 年全部运往经批准的水土保持方案指定的弃渣场堆放完毕。目前弃渣场已采取了拦挡、排水及

覆土绿化等措施进行治理，目前该区域的土壤侵蚀模数为 $500t/(km^2 \cdot a)$ ，年均土壤流失量约为 8.85t。

5.4 水土流失危害

根据现场调查，本项目在建设过程中，实施了完善的水土流失危害防治措施及应急预案，通过监测人员对项目建设区造成的水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害调查、对周边民房、居民造成的影响状况、水土流失危害趋势以及可能发生灾害现象、造成水土流失对区域生态环境影响状况等的现场调查结果显示，本项目建设期间没有水土流失危害事件的发生。

6 水土流失防治效果监测结果

根据调查，本项目已经于 2010 年 10 月全部建设完工，项目运行期间，主要进行场内水土保持工程措施的完善工作，未产生水土流失事件。

根据调查结果显示，项目建设区实际征占地面积为 36.26hm²，项目建设过程中，扰动土地面积为 36.26hm²，因此，本项目六项指标值计算采用扰动地表占地面积 36.26hm² 进行计算。

6.1 水土流失总治理度

水土流失治理度——项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比，即：

$$\text{水土流失总治理度} = \frac{\text{水土保持防治措施面积}}{\text{造成水土流失面积}} = \frac{11.41}{11.42} \times 100\% = 99.91\%$$

项目建设区水土流失面积为 11.42hm²，措施后治理水土流失的面积为 11.41hm²（其中：工程措施面积 0.45hm²，植物措施面积 10.96hm²，永久建筑物硬化面积 24.84hm²），经计算得水土流失总治理度为 99.91%。

6.2 土壤流失控制比

土壤流失控制比——项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比，即：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{容许土壤流失量}}{\text{治理后平均土壤流失量}} = \frac{500}{315} = 1.58 > 1.0$$

土壤容许侵蚀模数为 500t/(km²·a)；工程各建设区大部分地表已硬化和绿化，水土流失基本得到了控制，经分析计算，得出项目区治理后土壤侵蚀模数为 300t/(km²·a)。

6.3 扰动土地整治率

根据主体设计资料结合现场实际调查情况，本项目施工扰动面积 36.26hm² 中仍有约 0.01hm² 的水保措施未能正常发挥水土保持功能，能发挥水土保持功能

的措施中建筑物及硬化面积 24.84hm²，水土保持措施面积 11.41hm²，扰动土地整治率为 99.97%，大于《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书（报批稿）》的防治目标值 95%。

$$\text{扰动土地整治率} = \frac{\text{水保措施面积} + \text{永久建筑面积}}{\text{建设区扰动地表面积}} \times 100\% = \frac{11.41 + 24.84}{36.26} \times 100\% = 99.97\%$$

6.4 拦渣率

根据施工图设计资料与项目交工验收证书，并结合现场实际土石方开挖回填情况，建设共开挖土石方量 121782m³（包括表土剥离 23900m³），回填方 126367m³，借方 28795 m³，弃方 24210m³，废弃土石方已于 2010 年全部运往经批准的水土保持方案指定的弃渣场堆放完毕。实际拦渣率为 100%，大于《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书（报批稿）》的防治目标值 95%。

$$\text{拦渣率}(\%) = \frac{\text{采取措施后实际拦挡的弃土(石、渣)量}}{\text{土(石、渣)总量}} \times 100\% = \frac{2.42}{2.42} \times 100\% = 100\%$$

6.5 林草植被恢复率

林草植被恢复率——项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比，即：

$$\text{林草植被恢复率} = \frac{\text{林草措施面积}}{\text{可绿化面积}} = \frac{10.96}{10.96} \times 100\% = 100\%$$

项目建设区可绿化面积 10.96hm²，林草植物措施面积 10.96hm²，经计算得林草植被恢复率 100%。

6.6 林草覆盖率

林草覆盖率——项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比，即：

$$\text{林草覆盖率} = \frac{\text{林草覆盖面积}}{\text{建设区总面积}} = \frac{10.96}{36.26} \times 100\% = 30.23\%$$

项目建设区林草总面积 10.96hm²，建设区面积 36.26hm²，计算得林草覆

盖率为 30.23%。

7 结论

7.1 水土流失动态变化

项目建设前：根据《关于遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书（报批稿）》，项目建设区征占地面积 36.26hm²，本项目年均土壤侵蚀量 334.88t，本项目区域属轻度侵蚀区，年平均土壤侵蚀模数约为 450t/km²·a。

项目建设中：监测结果显示，截止 2010 年 10 月项目施工建设及投产运行期间，项目建设区实际征占地面积为 36.26hm²，项目区水土流失状况为：扰动区域平均土壤侵蚀模数 2609t/km²·a，扰动地表水土流失总量为 1892.28t。

项目建成后：监测结果显示，截止 2020 年 12 月，项目建设区已扰动地面积为 36.26hm²，平均土壤侵蚀模数 315t/km²·a，试运行期土壤流失量为 1141.8t。

根据监测点观测数据，结合实地调查所得资料分析，在建设期内（2008 年 11 月~2010 年 10 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 1892.28t，在项目正式投产运行之后的监测时段内（2010 年 11 月~2020 年 12 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 1141.8t。

通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在工程施工过程中，建设单位实施了一系列的水土流失防治措施，有效减轻了因施工建设造成的水土流失。结合水土流失防治指标动态监测结果的对比分析，可以看出，随着项目区水土保持工程措施的逐步完善，项目建设区无水土流失面积及微度流失面积大幅增加，轻度、强烈水土流失面积大幅减少。

7.2 水土保持措施评价

遵义钛业股份有限公司在工程建设过程中较为重视水土保持工作，指定工程部全面负责落实工程建设过程中的水土保持工作，在项目建设过程中因害设防，与主体工程施工同步实施完成大部分主体设计中的水保工程措施，并根据需要及时实施了部分拦挡及植被绿化等措施，这些水土保持措施对建设过程中的水土流失防治发挥了较为明显的作用。

项目建设区的水土保持措施完成情况分述如下：

厂区：该区已实施了表土剥离，在开挖边坡采取了综合护坡进行治理，厂内

道路及厂房周边修建了排水沟等防洪倒排设置，该区域施工结束后开展了覆土整治及绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案报告书设计的防护标准。

进厂道路区：该区已实施了表土剥离，建设过程中修建了边沟等措施，并在后期实施了覆土绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案报告书设计的防护标准。

弃渣场区：该区已按照水土保持方案设计要求修建了挡渣墙、截水沟、排水沟，分级压实，覆土绿化等措施，基本达到了本项目水土保持方案报告书设计的防护标准。

附属系统区：该区已实施了表土剥离，建设后期实施了覆土绿化，基本达到了本项目水土保持方案报告书设计的防护标准。

预留用地区：该区在建设后期实施了覆土绿化，基本达到了本项目水土保持方案报告书设计的防护标准。

监测结果显示，建设单位在项目建设过程中，针对各防治分区水土流失特点分别采取了适宜的水土保持工程措施和植物措施，水土保持措施总体布局较为合理，防治效果显著，有效地减少了项目建设过程中造成的水土流失，工程基本达到本项目《水土保持方案报告书》（报批稿）的设计要求。

根据《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》（水利部办公厅文件，办水保[2013]188号文）和《贵州省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》（黔府发[1998]52号）的规定，项目区属于乌江赤水河上中游国家级水土流失重点治理区。同时也属贵州省人民政府公告的水土流失重点治理区，因此本报告采用《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2018）中西南岩溶区一级标准对项目建设区的水土保持治理作定量达标评价。具体详见表 7-1

表 7-1 水土保持措施分类分级评价

治标名称	方案设计标准	实际达到值	达标情况
水土流失治理度	>97%	99.91	达标
扰动土地整治率	>95%	99.97	达标

土壤流失控制比	>1.0	1.58	达标
拦渣率	>90 %	100	达标
林草植被恢复率	>96%	100	达标
林草覆盖率	>27%	30.23	达标

综上所述，本项目建设区水土保持措施总体布局合理，已实施治理区域效果较为明显，充分发挥了防治水土流失的效果。监测结果表明，截止至 2020 年 12 月，水土流失六项指标中均已达到并超过《遵宝钛业有限公司新建 10kt/a 海绵钛项目水土保持方案报告书》设计目标值。

7.3 存在问题及建议

本项目水土保持工作还存在一些问题和不足，具体问题和建议如下：

(1) 项目建设区的排水措施在运行过程中，极易被堵塞，建设单位应安排专人加强排水沟的清理、管护工作，保持道路排水沟畅通，避免排水沟堵塞后地表径流直接冲刷边坡，造成水土流失。

(2) 水土保持拦挡、排水措施在运行期容易损坏，建设单位在生产运行过程中应加大管护力度，发现有损坏区域，及时修复，最大限度的防治水土流失。

(3) 项目建设过程中，建设单位没有严格按照相关规定执行水土保持“三同时”制度，建议建设单位在后期的项目建设过程中应严格执行水土保持“三同时”制度。

7.4 综合结论

(1) 监测结果显示，方案设计项目建设区征占地面积 36.26hm²，截止 2020 年 12 月项目施工建设及投产运行期间，项目建设区实际征占地面积为 36.26hm²，项目建设过程中，扰动土地面积为 36.26hm²，扰动面积中已经治理面积为 36.25hm²，未治理面积 0.01hm²。

根据监测点观测数据，结合实地调查所得资料分析，在建设期内（2008 年 11 月~2010 年 10 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 1892.28t，在项目正式投产运行之后的监测时段内（2010 年 11 月~2020 年 12 月），本工程扰动区域共产生土壤流失量 1141.8t。

(2) 项目建设区实际发生的扰动地表面积为 36.26hm²，与《水土保持方案

报告书》（报批稿）相比减少了 6.18hm²。

（3）项目区现有水土流失防治措施体系较好地控制了项目建设区的水土流失，工程建设中产生的弃渣得到有效拦挡。据调查，项目建设施工活动没有对周边产生不良影响。

（4）建设单位基本按照水土保持方案报告书（报批稿）的设计要求，并结合工程建设特点合理布设水土保持措施，施工符合要求。已完成的水土保持措施在有效防治水土流失的同时能与环境美化有机结合，改善了生态环境。