

目 录

前 言.....	- 1 -
1 建设项目及项目区概况.....	- 4 -
1.1 项目概况.....	- 4 -
1.1.1 项目性质.....	- 4 -
1.1.2 项目地理位置及交通情况.....	- 4 -
1.1.3 项目规模及特性.....	- 4 -
1.1.4 项目组成及现状.....	- 5 -
1.1.5 工程占地.....	- 6 -
1.1.6 土石方情况.....	- 8 -
1.1.7 施工组织设计.....	- 9 -
1.1.8 生产工艺.....	- 10 -
1.1.9 工程进度.....	- 12 -
1.1.10 工程变更情况.....	- 13 -
1.1.11 工程投资.....	- 13 -
1.2 项目区概况.....	- 13 -
1.2.1 项目区自然概况.....	- 13 -
1.2.2 项目区社会经济概况.....	- 16 -
1.3 工程水土流失特点.....	- 17 -
2 监测实施.....	- 18 -
2.1 监测目标与原则.....	- 18 -
2.1.1 监测目标.....	- 18 -
2.1.2 监测原则.....	- 18 -
2.2 监测工作实施情况.....	- 19 -
2.2.1 监测工作组织.....	- 19 -
2.2.2 监测工作开展情况.....	- 19 -
3 监测内容与方法.....	- 21 -
3.1 监测内容.....	- 21 -
3.1.1 防治责任范围动态监测.....	- 21 -
3.1.2 弃土弃渣动态监测.....	- 21 -
3.1.3 水土流失防治监测.....	- 22 -
3.1.4 土壤流失量动态监测.....	- 22 -
3.1.5 重大水土流失事件动态监测.....	- 23 -
3.2 监测方法.....	- 24 -
3.2.1 调查监测.....	- 24 -
3.2.2 定位监测.....	- 27 -
3.2.3 临时监测.....	- 28 -
3.2.4 巡查.....	- 28 -
3.3 监测时段及频次.....	- 29 -
3.3.1 监测时段.....	- 29 -
3.3.2 监测频次.....	- 29 -

3.4 监测点布设.....	- 29 -
4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定.....	- 31 -
4.1 侵蚀单元划分.....	- 31 -
4.1.1 原地貌侵蚀单元划分.....	- 31 -
4.1.2 地表扰动类型划分.....	- 31 -
4.1.3 防治措施分类.....	- 31 -
4.2 各侵蚀单元侵蚀模数.....	- 32 -
4.2.1 原地貌侵蚀模数.....	- 32 -
4.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数.....	- 32 -
4.2.3 防治措施实施后侵蚀模数.....	- 32 -
5 水土流失监测结果与分析.....	- 34 -
5.1 防治责任范围动态监测结果.....	- 34 -
5.1.1 《水保方案》确定的水土流失防治责任范围.....	- 34 -
5.1.2 水土保持监测确定的（运行期）水土流失防治责任范围.....	- 35 -
5.2 弃土弃渣动态监测结果.....	- 35 -
5.2.1 《水保方案》设计弃土弃渣情况.....	- 35 -
5.2.2 实际弃土弃渣量监测结果.....	- 36 -
5.3 地表扰动面积动态监测结果.....	- 36 -
5.4 土壤流失量动态监测结果.....	- 36 -
6 水土流失防治监测结果.....	- 37 -
6.1 水土流失防治措施.....	- 37 -
6.1.1 工程措施.....	- 37 -
6.1.2 植物措施.....	- 38 -
6.1.3 临时措施实施情况.....	- 39 -
6.2 水土保持投资完成及变化情况.....	- 39 -
6.2.1 《水保方案》批复水土保持投资.....	- 40 -
6.2.2 水土保持投资完成情况.....	- 41 -
6.3 水土流失防治效果监测结果.....	- 44 -
6.3.1 扰动土地整治率.....	- 45 -
6.3.2 水土流失总治理度.....	- 46 -
6.3.3 土壤流失控制比.....	- 47 -
6.3.4 拦渣率.....	- 47 -
6.3.5 林草植被恢复率.....	- 47 -
6.3.6 林草覆盖率.....	- 47 -
6.4 水土流失防治效果分析.....	- 48 -
6.5 运行期水土流失分析.....	- 48 -
7 结论.....	- 50 -
7.1 水土保持措施评价.....	- 50 -
7.1.1 水土流失变化与防治达标情况.....	- 50 -
7.1.2 综合结论.....	- 50 -
7.1.3 存在的问题及建议.....	- 51 -

附件：

附件 1：云南新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持监测委托书（2018 年 3 月 9 日）；

附件 2：武定县发展和改革委员会文件 投资项目备案证（武发改投资备案【2006】109 号，2006 年 8 月 29 日）；

附件 3：楚雄彝族自治州水利局文件 关于对云南新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持方案可行性研究报告的批复（楚水水保[2006]45 号，2006 年 12 月 22 日）；

附件 4：水土保持补偿费缴纳收据。

附图：

附图 1：项目区交通位置示意图；

附图 2：项目区总平面图及水土流失防治责任范围图；

附图 3：项目区水土保持措施布局及监测点布置图。

前 言

武定县花乔钛铁砂矿矿区位于云南省武定县北西方向的高桥镇，地理坐标为东经 $102^{\circ}14'00''\sim 102^{\circ}15'51''$ ，北纬 $25^{\circ}36'53''\sim 25^{\circ}38'16''$ ，距武定县城平距 20km，开采面积为 1.5725km^2 （矿区面积 4.0395km^2 ）。矿区南部有 108 国道通过，交通方便。

矿区内共探获钛铁砂矿(332+333+334)矿石量 531.1148 万 m^3 ，含钛铁精矿 10.007 万 t、伴生磁铁精矿 18.712 万 t；其中：332 矿石量 79.3996 万 m^3 ，含钛铁精矿 1.335 万 t、伴生磁铁精矿 2.411 万 t；333 矿石量 420.1252 万 m^3 ，含钛铁精矿 8.152 万 t、伴生磁铁精矿 15.16 万 t；334 矿石量 31.59 万 m^3 ，含钛铁精矿 0.52 万 t、伴生磁铁精矿 1.141 万 t。

项目建设单位为云南省新立有色金属有限公司，该单位为国有企业。矿山生产规模 40 万 m^3/a ，项目总投资 1342.67 万元，建设总工期 0.5 年，即 2007 年 1 月至 2007 年 6 月。

为了贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》和工程建设项目的有关法律法规，做好本项目的水土保持和环境保护工作，建设单位云南新立有色金属有限公司于 2006 年 9 月委托云南省地质工程第二勘察院有限公司进行本项目的水土保持方案报告书的编制工作。于 2006 年 10 月编制完成了《云南省新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持可行性研究报告》。并于 2006 年 12 月 22 日获楚雄彝族自治州水利局文件关于准予《云南省新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持可行性研究报告》（楚水水保【2006】45 号）。

根据水利部 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》规定，为顺利通过本工程水土保持设施验收，必须有水土保持监测工作。因此，为进一步了解建设生产项目造成的水土流失影响，并为其基建期水土保持设施验收提供基础性数据，2018 年 3 月，云南新立有色金属有限公司委托云南今禹生态工程咨询有限公司进行云南省新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持监测工作。我公司于 2018 年 3 月 25 日、4 月 12 日先后 2 次对项目区开展了水土保持监测工作，共在项目区域内设置监测点 8 个（其中调查型监测点 7 个，巡查监测点 1 个）。

截至目前，经统计云南省新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿由露天开采区、工业场地区、生活及辅助设施区、尾矿库区、矿区道路区、水源地及输水管线区等 6 部分组成，实际扰动面积为 38.15hm^2 。

根据本项目实际情况，建设单位委托监测工作相对滞后，由于监测时段较短（1个月）、且施工场地持续扰动，监测点位布设条件限制，监测方法以调查监测为主，项目土壤流失量不再进行计算。通过监测，明确工程已实施的水土保持措施数量、运行状况及防治效果，指出工程存在的问题和水土流失隐患，提出相应的整改意见，以确保主体工程的安全，最大限度的减少水土流失，为工程水土保持专项验收提供技术资料。

经统计，截止 2018 年 4 月，本工程完成水土保持措施为：

1、工程措施

主体设计——尾矿坝 1 座，排水沟 2400m。

方案新增——露天开采区排水沟 340m；工业场地区排水沟 420m，浆砌石挡墙 520m；生活及辅助设施区排水沟 310m，浆砌石挡墙 310m。

2、植物措施

项目区植被恢复面积 14.56hm²。其中露天采区植被恢复 10.05hm²；工业场地区植被恢复 0.10hm²；尾矿库区植被恢复 4.32hm²；生活及辅助设施区植被恢复 0.05hm²；道路区栽植行道树 200m（栽植香樟 100 株），植被恢复 0.04hm²。

3、临时措施

矿区道路区共实施临时土质排水沟 240m，共开挖土方 43.2m³。在露天开采区周边布置了临时排水沟，共实施临时土质排水沟 800m，共开挖土方 144m³。

本工程实际完成水土保持投资 2012.08 万元，其中工程措施 1803.6 万元，植物措施 145.6 万元，临时措施 2.08 万元，独立费用 20.8 万元，水土保持补偿费为 40 万元。

截止 2018 年 4 月，项目区扰动地表面积为 38.15hm²，在扰动土地整治面积已达 37.50hm²。其中，建筑物及硬化占地 0.17hm²，路面占地 0.23hm²，工程措施面积为 22.54hm²，植物覆盖面积为 14.56hm²。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内扰动土地整治率为 98.30%，水土流失总治理度为 98.29%，拦渣率为 98.01%，土壤流失控制比为 1.14，林草植被恢复率为 95.73%，林草覆盖率为 38.17%，六项指标均达到方案拟定目标值。

通过本工程的水土保持监测，丰富了我单位同类工程的水土保持监测资料与经验，使得监测人员更加明确了建设类水土保持监测工作的重点，加深了监测人员对水土保持相关理论知识的理解。监测单位在以后监测过程中应总结经验，根据施工特点

合理布设监测点位，建设单位在后面项目开发建设中，应及时委托监测单位开展项目监测工作。

1 建设项目及项目区概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目性质

- 1、项目名称：云南新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿；
- 2、工程地点：武定县高桥镇；
- 3、建设单位：云南新立有色金属有限公司；
- 4、开采矿种及方式：钛矿、露天开采；
- 5、设计采出矿石量 531.1148 万 m³；
- 6、矿山服务年限：9 年；
- 7、工程规模：40 万 m³/a；
- 8、项目建设性质：建设生产类；
- 9、项目建设内容：采选工程配套设施及尾矿库；
- 10、项目总投资：1342.67 万元（其中土建投资 590.1 万元）；
- 11、建设工期：6 个月（合 0.5 年），工程已于 2007 年 1 月开工建设，计划 2007 年 6 月完工。

1.1.2 项目地理位置及交通情况

武定县花乔钛铁砂矿矿区位于云南省武定县北西方向的高桥镇，地理坐标为东经 102° 14' 00" ~102° 15' 51"，北纬 25° 36' 53" ~25° 38' 16"，距武定县城平距 20km，开采面积为 1.5725km²（矿区面积 4.0395km²。矿区南部有 108 国道通过，交通方便。

1.1.3 项目规模及特性

本项目属于建设生产采矿工程，项目已经于 2007 年 7 月开始建设开采，矿区范围为 4.0395km²，生产规模为 40 万 m³/a。

项目建设分区为：露天开采区、尾矿库区、工业场地区、水源地及输送管线、生活及辅助设施区、矿区道路 6 部分组成。本项目总投资 1342.67 万元，其中土建投资 590.1 万元。项目由云南新立有色金属有限公司投资建设。

表 1-1 项目主要技术经济指标

序号	项目	单位	指标	备注
1	矿山设计能力	m ³ /d	1333	40 万 m ³ /a
2	矿山基建时间	a	0.5	
3	矿山试生产时间	a	0.5	
4	服务年限	a	9	
5	采矿方法			露天水采水运
6	选矿能力	m ³ /d	1333	40 万 m ³ /a
7	占地面积	hm ²	157.25	
8	土石方工程量	万 m ³	749.06	
	其中：挖方	万 m ³	374.53	
	填方	万 m ³	374.53	
9	总投资	万元	1342.67	

1.1.4 项目组成及现状

本项目由露天开采区、尾矿库区、工业场地区、水源地及输送管线、生活及辅助设施区、矿区道路区 6 部分组成，总占地面积 38.15hm²。

1.1.4.1 露天开采区

项目采场位于整个工程区西北侧，采场占地 128.40hm²，占地类型主要以林地、草地及其它用地（裸地）为主。采场区现已开采面积为 18.00hm²，采取了分台开采的形式，进行了表土剥离。既便于施工又能在一定程度上减轻水土流失危害。

1.1.4.2 工业场地区

工业场地位于开采区东侧，与采空区相邻，包括选矿厂、变压房等，总占地面积为 0.30hm²。选矿厂位于工业场地的中部，与冲矿沟相连接，包含螺旋溜槽、磁选机和精矿堆场等构筑物及硬化地表，周边建有 1m 高的围墙，占地面积 0.27hm²；变压房位于选矿厂东南侧，为一间砖砌构筑物，占地面积 0.03hm²。

1.1.4.3 尾矿库区

尾矿库区位于矿区的东南侧，尾矿库由初期坝、排渗设施、排洪设施合输送系统 4 部分组成。尾矿库总占地面积 19.40hm²，包括库区面积 18.63hm²（含副坝面积），初期

坝面积 0.42hm²，溢洪道占地 0.03hm²，截洪沟占地 0.32hm²。溢洪道修建已完工，外围截洪沟尚未实施。

1.1.4.4 矿区道路区

《水保方案》中道路区主要指场内道路，连接露天采区、工业场地办公生活区的道路，场内道路为已有道路，碎石铺垫路面，宽 5m，长 490m，道路区无边坡，占地面积为 0.27hm²。

1.1.4.5 生活及辅助设施区

《水保方案》中办公生活区由值班室、办公室、休息室、厕所和空地等组成，位于矿区西侧，占地面积 0.08hm²。建筑物为单层砖砌结构，建筑物前空地为混凝土硬化地表，均为已有建筑。

1.1.4.6 水源地及输水管线区

管道区包括尾矿输送管、回水管和矿山输水管，总占地面积 0.08hm²。

尾矿输送管选用 DN150mm 无缝钢管，总长为 976m，由工业场地输送至尾矿库，坝前放矿。管线沿乡村道路路边敷设，采用自流输送。尾矿输送管采用地面直接敷设，不涉及地面扰动，经统计，占压地面积为 0.01hm²。

本项目尾矿水不外排，采用库内回水，在澄清范围内设置移动回水浮船进行回水，回水管道沿库区东侧山地布设，尾矿水经原有取水泵站加压后泵至高位回水池进行重复利用。取水泵站为原有设施，面积纳入办公生活区进行统计。回水管选择热轧无缝钢管 DN65mm，总长度为 694m，采用地面直接敷设，不涉及地面扰动，占地面积 0.01hm²。

取水泵站至矿山高位水池已有输水管道一支，为地面敷设无缝钢管 DN65mm，将水输送至高位水池进行利用。输水管总长约 436m，占地面积较小不再单独统计，地面敷设不涉及地面扰动。

1.1.5 工程占地

1.1.5.1 《水保方案》确定的工程占地面积

根据《水保方案》，花乔钛铁砂矿基建期（0.5a）和生产期（8.5a）共需征（占）用土地 157.25hm²，其中露天开采区 128.40hm²、尾矿库区 28.10hm²、工业场地区

0.30hm²、生活及辅助设施区 0.08hm²、矿区道路 0.27hm²和水源地及输水管线区 0.10hm²。征（占）地类型为灌木林地、荒草地和坡耕地，工程建设用地面积见表 1-2。

表 1-2 工程占地面积表 单位：hm²

序号	项目名称	小计	灌木林地	荒草地	坡耕地
1	露天采场	128.16	112.36	1.30	14.50
2	矿浆输送沟	0.24	0.12	0.10	0.02
3	尾矿库	28.07	25.82	2.25	—
4	尾矿输送管线	0.03	0.03	—	—
5	选矿工业场地	0.10	0.10	—	—
6	晒场、成品库	0.20	0.15	0.05	—
7	办公室	0.03	—	—	0.03
8	生产生活辅助设施	0.05	—	—	0.05
9	矿区道路	0.27	0.12	0.10	0.05
10	水源地	0.02	0.02	—	—
11	输水管线	0.08	0.06	—	0.02
合计		157.25	138.78	3.80	14.67

1.1.5.2 工程实际占地面积

根据项目水土保持方案相关资料分析计算和现场踏勘，基建期实际扰动总面积为 38.15hm²。实际建设中项目区占地面积及类型详见表 1-3。

表 1-3 工程实际占地面积统计表

序号	项目	单位	林地
1	露天开采区	hm ²	18
2	工业场地区	hm ²	0.3
3	尾矿库区	hm ²	19.4
4	生活及辅助设施区	hm ²	0.08
5	矿区道路区	hm ²	0.27
6	水源地及输水管线区	hm ²	0.1
合计			38.15

1.1.6 土石方情况

1.1.6.1 《水保方案》确定的土石方情况

根据《水保方案》，花乔铁砂矿工程土石方主要产生于以下工作面：

（1）基建期

基建期的土石方主要来自工业场地区场地平整产生土石方，生活及辅助设施平整开挖产生土石方、矿区道路开挖产生土石方、截洪沟开挖产生土石方和水源地及输水管线开挖产生土石方，由工程设计资料，工业场地平整开挖产生的土石方为 562m³，生活及辅助设施平整开挖产生土石方为 210m³，矿区道路开挖产生土石方 150m³，截洪沟开挖产生土石方为 888m³，水源地及输水管线产生土石方为 500m³，除部分土石方用于回填外，按照就近原则，其余堆存于尾矿库。

（2）生产期

生产期土石方主要来自矿山开采产生尾矿。产生尾矿共计约 374.30 万 m³，尾矿库库容为 428.73 万 m³，完全能满足弃渣（尾矿）要求。

本项目开挖和剥离土石方及流向表详见表 1-4。

表 1-4 本项目开挖和剥离土石方及流向一览表 单位：万 m³

序号	项目	开挖产生的土石方		土石方流向	
				利用方	弃渣（尾矿）
		基建期	生产运行期	场地回填	尾矿库
1	露天采场		374.30		374.30
2	工业场地	0.056	0	0.03	0.026
3	生活及辅助设施	0.021	0	0.021	0
4	矿区道路	0.015	0	0.015	0
5	水源地及管线	0.05	0	0.05	0
6	截洪沟	0.088	0	0.088	0
合计		0.23	374.30	0.204	374.326
总计		374.53		374.53	

注：尾矿容重：1.4t/m³。

1.1.6.2 工程实际建设中的土石方情况

本项目累计产生土石方 272.53 万 m³，回填 0.23 万 m³，弃方 272.30m³，全部运往尾矿库堆放。

1.1.7 施工组织设计

1.1.7.1 施工组织

一、交通概况

矿区内部运输主要是原矿石的运输，水力冲采造浆后，沿输运沟自流至选矿厂。生产辅料用机械或人工运送。外部运输主要是精矿和生产设备的运输，运输方式选择汽车运输。

二、主要材料供应

主体工程建设所需要的主要建筑材料，如钢筋、水泥等进行外购，经外部公路直接运入工业场地。

三、供、配电

由外部线路架设至矿区，装机容量 350KVA，安装一台 400KVA 变压器。

四、施工工艺

根据该项目工程建设的特点，本工程的施工划分为前期工程（场地平整、矿区道路修建）、基础开挖、建筑工程、道路工程、绿化工程等。

1、场地平整

场地平整利用机械施工，减少施工期限，同时，小的基础开挖工程以人工为主，有利于减小工程施工作业面，减少对地表的扰动。对于场地回填区域，先进行坡脚挡墙修筑，再分层填土夯实。

2、基础开挖、回填

土方开挖采用机械和人工相结合的方法。面状大开挖主要采用大型挖土机械开挖，主要建筑基坑施工采用反铲掘机挖土，从外往内掏挖进去，开挖土方临时堆放与建筑物周边，做好临时防护措施。回填采用机械和人工相结合的方法，土方由挖掘机装土，自卸汽车用途，推土机铺土、摊平，用振动碾压机碾实夯实。

3、建筑工程

基础开挖-下部构造施工-上部构造施工-附属工程施工。建筑基础开挖的土方暂存放在建筑物周边空地内，作为基槽回填和绿化造景用土。

4、道路工程

道路修建时先清除地面表层软土，然后平整压实，可形成砂石路基，再在路表层铺设碎石，即可满足施工期材料运输的要求。

5、绿化工程

绿化工程安排在主体工程基本完工后实施。根据设计方案，本工程绿化区域主要为道路周边、采空区、尾矿库区及开采区等绿化区域。

项目绿化工作主要分为：造景、覆土、种植、养护。绿化工程基本采用人力施工。

此外，施工单位对各种材料的规格、用量、临时堆放场地等，均需做出合理安排调运计划，注意工程项目先后衔接，保证材料及时满足工程所需。

1.1.7.2 施工工艺

（1）矿山开拓运输

采用汽车运输方式，采出矿石自开采平台逐级运输至破碎场地，经破碎后利用现有运输道路运出。

（2）道路施工

开拓道路路基施工的程序一般为：路基地表清理，路基开挖，然后碎石铺面等。

（3）排土工艺

根据本矿山现有采掘机械，矿山排土选用装载机和自卸矿车运输排放。

1.1.8 生产工艺

1.1.8.1 矿山开采工艺

由钛铁砂矿体的赋存条件、开采地段矿岩的物理力学性质及矿岩的结构、构造，工程地质条件，并结合现场边坡的稳定情况，参照同类矿山的实际经验，得出以下结论：

1、采剥工作面

工作台阶高度：5.0~7.0m

工作台阶坡面角：45°

2、露天开采境界

露天开采境界主要技术参数如下表 1-5。

表 1-5 矿区露天开采矿体境界要素表

序号	项目	单位	指标	备注
1	露天采场最高作业标高	m	2445	1、本砂矿剥采比为 0； 2、因矿体厚度较小，绝大部分矿为 1 个台阶开采。
2	露天采场最低作业标高	m	2380	
3	露天采场最大长度	m	210	
4	露天采场最大宽度	m	96	
5	露天采场最大开采矿段厚度	m	32	
6	最终台阶坡面角	度	45°	

3、水采水运工艺流程

用高压水冲采场的矿堆，形成矿水混物流入联络土冲矿沟，靠自流经主冲矿沟自流至选矿厂。

4、开采厚度

矿体平均可采厚度 4.2~5.4m，当矿体厚度大于 8m 时，分为两个层进行开采，先采上层，上层采完后，再采下层。

1.1.8.2 选矿工艺

1、选矿厂规模及主要设备

矿区只设置一个选矿厂，选矿厂位于矿区的西南侧。选矿厂主要设备详见表 1-6。

表 1-6 选矿厂主要设备表

序号	设备名称	单位	工作	备用	合计
1	SQ—80 水枪	台	1	1	2
2	4PN 水泵	台	2	1	4
3	1m ³ 液压铲	台	1	0	1
4	1m ³ 挖掘机	台	1	0	1
5	10t 自卸汽车	辆		1	1

2、采选矿工艺流程

武定县同类型钛铁矿床较多，并已开采多年，采选工艺流程较为成熟，主体设计通过类比和总结，采用本地区同类矿山较为成熟的采选矿工艺流程。

矿山钛铁砂矿采矿洗矿工艺流程如下：机械松土→水枪采矿粗选→流水碎矿造浆→螺旋选矿机精选→干燥→磁选→钛精矿。

1.1.8.3 输矿工艺

本项目矿属露天矿，矿床属于山坡型矿床，矿区普遍出露第四系残坡积层，坡度

约 $13^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。矿体上部一般直接裸露于地表，仅局部掩盖有坡积碳酸盐风化红粘土。矿体呈面状，矿体下部为辉长/辉绿岩为主适宜用于露天开采，矿山一直采用水力运输，效果一直很好。故主体设计亦为水力冲采水力运输，设计选用冲矿沟开拓运输系统。矿石经主冲矿沟自流至选矿厂。采场工作面通过联络土冲矿沟连接，联络土冲矿沟根据需要可灵活布置。

冲矿沟采用梯形断面：底宽：400~500mm，顶宽：800~1000mm，高：600~1000mm，主冲矿（混凝土沟）最小坡度： $i=4\sim 6\%$ ，联络土冲沟最小坡度： $i=5\sim 7\%$ 。

沟槽设计断面见图 1-1，输矿槽要选择在保持坡度一致的地方，同时各冲采带应有分支沟与主输矿沟相连通，保证顺利输送矿浆（矿）。

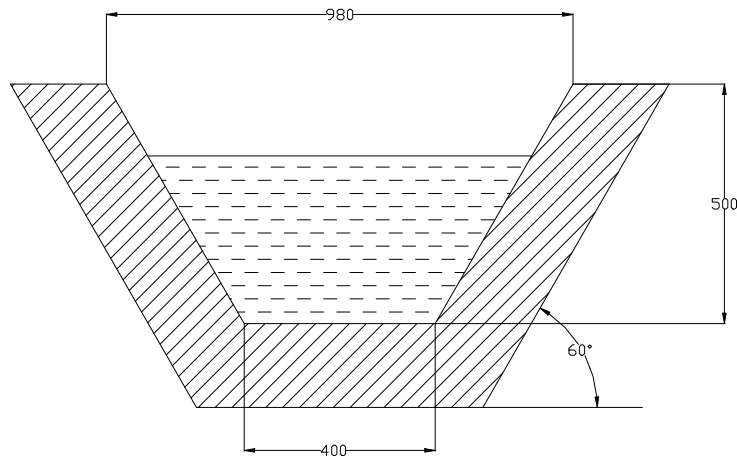


图 1-1 矿水力输沟道断面图

2、冲矿沟运输线路的选择

全线各段沟槽的坡度大于矿浆流运的临界水力坡度；尽可能使挖填方工程量最小，架空部分也最短；沟道尽可能为直线，避免转弯过多，线路转角一般不小于 120° ，转弯曲线半径应大于沟底宽度的 20 倍。

1.1.8.4 产品方案

本矿山的最终产品为：钛铁精矿粉和磁铁精矿粉。

1.1.9 工程进度

本项目自 2007 年 1 月开始建设开采，于 2007 年 6 月底建完。本项目总投资 1342.67 万元。

表 1-7 项目进度计划表

项目	单位	总量	第 1 年		第 2 年	...	第 9 年
			1~6 月	7~12 月			
基建、土建	m ³	2800	——				
设备安装			——				
采出矿石量	万 m ³	318.95		10	40	40	28.95
出矿品位	kg/m ³	16.28		16.28	16.28	...	16.28

1.1.10 工程变更情况

《水保方案》设计项目区由露天开采区 128.40hm²，尾矿库区 28.10hm²，工业场地区 0.30hm²，矿区道路区 0.27hm²，生活及辅助设施区 0.27hm²，总占地 157.25hm²。

实际建设中项目区由露天开采区 18.00hm²，尾矿库区 19.40hm²，工业场地区 0.30hm²，矿区道路区 0.27hm²，生活及辅助设施区 0.27hm²，总占地 38.15hm²。

具体变化原因为露天开采区实际开采扰动面积为 18hm²，尾矿库扰动面积为 19.40hm²。

1.1.11 工程投资

原方案计划项目总投资 1342.67 万元。

1.2 项目区概况

1.2.1 项目区自然概况

1.2.1.1 地质

一、地质情况

1、地层

矿区出露地层由老至新为：

(1) 寒武系下统龙王庙组 (Є11)：分布于矿区东北部，主要岩性是泥岩、粉砂岩夹细砂岩、泥灰岩。厚度 156~436.5m。

(2) 奥陶系下统汤池组 (O1t): 分布于矿区西部、西北部。主要岩性是以页岩为主, 夹砂岩、粉砂岩。厚度 56~102m。

(3) 二叠纪基性侵入岩

岩性为辉长辉绿玢岩 ($\beta\mu 4$), 出露面积 1.4km², 呈不规则岩墙产出。受断裂控制, 长约 3400m, 宽 150~600m, 平均宽 450m, 垂直深度 0~11m。产状与地形坡度基本一致, 并覆盖地表。切穿围岩侵入, 接触面较平整。钛铁砂矿由辉长辉绿玢岩组成, 具辉长含长结构, 矿物颗粒为细—中粒, 斜长石为半自形制板柱状, 粒状 (长轴) 一般为 1.0mm, 个别达到 2mm。暗色矿物颗粒径 0.5~1.0mm。钛铁砂矿由辉长辉绿玢岩分化残积形成, 根据成因, 可划分为分化残积型 (砂土型为主, 少量红土型)、坡积型 (红土型为主, 少量砂土型)。

(4) 第四系 (Q) 残坡积层: 覆盖于地表。主要岩性是砂质粘土、粘土质砂, 含块石。厚 0~42m。

2、构造

矿区内褶皱构造不发育, 断裂规模小, 地层呈单斜构造, 岩层一般倾向北, 倾角 220°。

二、地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》、《中国地震动反应谱特征周期区划图》(GB18306—2001), 项目区地震动峰加速度为 0.1g, 地震动参数反应谱特征周期为 0.45s, 地震基本烈度为 VII 度, 地震破坏烈度为 VIII 度。根据《水工建筑物抗震设计规范》(SL203—97) 规定, 项目区工程抗震设计烈度为 VIII 度。

三、不良工程地质情况

矿区不存在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区域。

1.2.1.2 地貌

矿区处于云贵高原西侧, 属构造剥蚀低中山地貌区, 地势东、西两侧及西南部高, 北部低, 东南部较开阔, 地形起伏较大。区内海拔标高 1709~2398m, 最大相对高差可达 698m。植被发育, 主要为云南松、冬瓜树和灌木林, 区内地形切割小, 无大的水系。

1.2.1.3 气象

武定县的气候具有滇中地区气候的低纬、高原和受季风控制的特点。气候总的特征为：气候温和，冬无严寒，夏无酷暑。气温日温差大（ 19°C ），年温差小（ 13.2°C ）。夏秋雨量充沛，冬春雨量不足，立体气候显著。全县受地形、地势的影响，气候垂直分布明显。从金少江谷地到白龙会山峰，随着海拔的升高依次出现中亚热带、北亚热带、南温带、北温带等气候类型。

境内降水不均，大致从东南部的 1000mm 左右向北递减。东西两侧山地多雨，年降水 1000~1100mm，金沙江河谷为少雨区，年降水在 600mm 左右。全县年均降水量 988.6mm，主要集中在夏秋，雨季（5~10 月）降水量占全年 90.5%，县城所在地狮山镇历年平均气温 15.1°C ，极端最高温 34.5°C ，极端最低温 -6.4°C ，年 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 5541.5 $^{\circ}\text{C}$ ，最热月 7 月平均气温 20.7°C ，最冷月 1 月平均气温 7.4°C 。

主要灾害性气候市三月的倒春寒和八月低温，此外，局部性的洪涝、干旱、风灾、冰雹、霜雪等灾害几乎年年都有发生。

1.2.1.4 水文

武定县境内河流分属金沙江和红河两水系，全县长度大于 10 公里的河流 22 条，其中 21 条属金沙江水，分别由东、西、北三个方向出境，只有猫街河底河向南流入红河，以金沙江水系为主体，主要有勐果河流域，勐果河全长 97 公里。总流域占面积的 64.1%，渡河流域、龙川江占总面积的 32.2%；南部猫街镇的秧草地、七排则属红河水系的星宿红河源，流域面积 752.5 公顷，占总面积的 2.7%。

境内江河落差大，水能理论蕴藏量为 8 万千瓦，其中勐果河干流为 5.44 万千瓦，集中中游峡谷段，已衣河为 1.1 万千瓦，全县可开发 4.5 万千瓦，由于枯洪变化大，干季水源难以保证。

全县水资源较丰富，年产水量 28.52 亿 m^3 ，多年平均地表径流总量为 9.2 亿 m^3 ，因无天然湖泊，水低地高，径流时空分布不均，目前利用较差。

地下水年蕴藏量为 2.51 亿 m^3 ，有泉水 320 多股，多呈泉水出露。较大泉水 56 处，流量为 10L/s 以上的冷泉有 13 处。温泉有已衣罗能热水塘一处，水温 56°C ，流量 56L/s。

1.2.1.5 植被

在云南植被的区划中，武定属于高原亚热带北部常绿阔叶林地带。县内植被具有明显的垂直分带特点，加上山地的走向、坡向、坡度等影响，形成植被分布的复杂性。

流域属金沙江干热河谷植被类型区，以耐干旱的稀树灌草丛群落为主，勐果河流域由于人类活动较明显，植被破坏严重，植被覆盖率较低。流域内没有珍稀濒危植物分布。

全县土地面积 442.2 万亩，其中耕地面积 27.2 万亩（水田 10.6 万亩，旱地 16.6 万亩）；林地 261.9 万亩（有林地 150.3 万亩）；森林综合覆盖率 55.3%。

项目区占地植物主要有云南松、旱冬瓜及各种灌木林、杂草。

1.2.1.6 土壤

受山原地貌及亚热带季风气候的影响，红壤是武定县的基带土壤。全县自然土壤有紫色土、红壤、黄棕壤、棕壤、石灰岩土、燥红土、冲击土、水稻土八类、11 个亚类。比较突出的紫色土类型占总面积的 42%，该土壤呈紫色至紫棕色，分布海拔 1350—2300 米，与红壤交错分布，土层薄，易冲刷，一般有机质含量较低，为中性和微酸性，矿质养分富含 P 和 K，森林植被以常绿阔叶林和云南松林为主。此外，在岩溶化区，有为数不多的石灰岩土的集中分布；在坝区与河流两岸，由于人类农业耕作活动有冲击土地和水稻土类型。红壤占 20.5%，黄棕壤占 19.6%，棕壤占 6.8%，水稻土占 3.4%，燥红土占 0.6%，石灰岩土占 0.4%，冲积土占 0.3%。

工程建设主要扰动紫色土及少量棕壤土等。

1.2.1.7 其它

本项目未涉及饮用水水源保护区、自然保护区、自然遗产地、风景名胜地等敏感区域。

1.2.2 项目区社会经济概况

2012 年末，武定县辖 3 个镇、8 个乡（其中 1 个民族乡）：狮山镇、高桥镇、猫街镇、插甸乡、田心乡、发窝乡、白路乡、万德乡、己衣乡、环州乡、东坡傣族乡，133 个村委会（社区）、1569 个村民（社区居民）小组。

截至 2012 年，武定县常住人口 27.69 万人，出生率 11.53‰，死亡率 7.19‰，人口自然增长率为 4.34‰。按公安户籍人口统计，年末武定县总人口 274284 人，比上年减少 314 人。其中：农业人口 234504 人；非农业人口 39780 人。

总人口中，少数民族人口 151311 人，占总人口的 55.17%，百人以上少数民族有彝族 86512 人、傈僳族 31505 人、苗族 23284 人、傣族 7618 人、回族 1030 人、哈尼族

803 人和白族 169。全年出生人口 3294 人，死亡人口 3472 人；男女性别比（以女性为 100 计算）为 104。

2013 年武定县实现生产总值（GDP）405733 万元，按可比价计算，比上年增长 14.4%。其中：第一产业增加值 140169 万元，增长 7.3%，拉动经济增长 2.35 个百分点；第二产业增加值 133447 万元，增长 22.5%，拉动经济增长 7.65 个百分点；第三产业增加值 132117 万元，增长 13.1%，拉动经济增长 4.4 个百分点。第一、第二、第三产业对生产总值增长的贡献率分别为 16.33%、53.14%和 30.53%，分别比上年下降 0.37 个百分点、上升 5.64 个百分点和下降 5.27 个百分点。

2013 年第一、二、三产业增加值占生产总值的比重为 34.5：32.9：32.6。全社会劳动生产率（按从业人员计算人均 GDP）为 21300 元/人。按常住人口计算人均 GDP 为 14642 元，按公安户籍人口计算人均 GDP 为 14762 元，非公有制经济增加值 172174 万元，占 GDP 的比重为 42.4%，比上年上升 0.3 个百分点。

1.3 工程水土流失特点

本项目建设过程中造成水土流失的区域有露天开采区、尾矿库区、工业场地区、水源地及输送管线、生活及辅助设施区、矿区道路区组成。水土流失的类型主要为水力侵蚀，侵蚀的形式主要有面蚀以及沟蚀。现场监测到的项目区水土流失特点如下：

露天开采区：现阶段处于停产阶段，部分开采扰动区域进行了植被恢复，未扰动区域保留原地貌林地、草地和其它土地（裸地），水土流失轻度。

工业场地：边坡和废石转运场地表裸露，水土流失中度。

尾矿库区运行多年，设有隔水膜及拦挡措施，现状初期坝和副坝加高加固已完工，水土流失为微度。

生活及辅助设施区：办公生活区已使用多年，包括宿舍、变压房、储矿库、取水泵站等建筑。均为建筑物硬化，周边自然恢复植被，不存在水土流失。

矿区道路区：工业场地与乡村道路相连，无大的开挖回填边坡，为土质路面，水土流失轻度。

水源地及输水管线区：包括尾矿输送管道、回水管、矿山输水管，均为地面敷设设施，不涉及地表扰动。管道区现状已全部敷设完工，不存在水土流失。

2 监测实施

2.1 监测目标与原则

2.1.1 监测目标

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的相关规定和要求，并结合工程建设运行和工程水土流失特点，对开发建设项目的水土保持状况进行监测，其目标如下：

（1）协助建设单位落实《水保方案》，并根据实地情况优化水土流失防治措施，最大限度地控制项目区水土流失；

（2）结合工程建设运行情况及水土流失特点，通过进行水土保持监测，分析、监测水土流失的主要影响因子，监测土壤侵蚀量及其动态变化情况，经分析处理，及时掌握、评价工程建设运行对项目区生态环境的实际影响，如发现工程建设运行过程中新出现的水土流失问题，及时提出水土流失防治建议；

（3）通过施工运行过程的水土保持监测，及时了解各项水土保持措施实施情况，并检验各项水土保持设施的运行情况，评价水土保持方案实施效果，并发现可能存在的问题；

（4）通过水土保持监测，分析水土保持效益，进而检验水土保持方案效益分析的合理性，为以后方案编制提供参考依据；

（5）通过水土保持监测，编制监测总结报告，为工程建设的水土流失防治工作提供科学依据，也为工程的水土保持设施专项验收提供技术资料。

2.1.2 监测原则

根据《开发建设项目水土保持技术规范》、《水土保持监测技术规程》等相关技术标准，充分结合工程实际，确定本工程水土保持监测遵循如下原则：

（1）代表性原则：所布设的监测点和监测内容必须能够代表足够范围内的水土流失状况；

（2）全面性原则：所布设的的监测点位和监测内容，应充分考虑工程特点，不仅能反映建设项目的水土流失共性，而且还能获得不同建设项目的个性；

（3）重点部位实施重点监测：水土流失严重的部位应实施重点监测；

（4）可行性原则：根据工程建设情况，各工程功能分区具有不同的水土流失特点，在进行监测点位和监测内容设计时，必须充分考虑监测实施的可行性；

(5) 客观真实原则：监测数字需严格按照相关技术规范进行测定，所有监测相关数字必须保证客观真实，不进行编造、虚构，用数据说话，使得监测工作更加具有依据性和指导性，所提交的监测成果报告应定性、定量进行评价。

2.2 监测工作实施情况

2.2.1 监测工作组织

为保障监测工作顺利完成，我公司成立了云南新立有色金属有限公司花乔铁砂矿水土保持监测组，针对该项目实际情况，落实各项监测工作，明确责任到人，详细分工，同时加强与当地水土保持主管部门联系，以便及时获取水土保持监测工作新信息。

我公司对本项目的水土保持监测工作任务十分重视，由分管副总对项目进行统筹管理，部门主任直接领导该项目监测工作，对项目监测工作进行统筹安排及技术把关。监测组分为领导小组、技术工作小组及后勤保障组。见表 2-1。

表 2-1 水土保持监测人员组织安排表

分组	成员	职务	监测上岗证号	分工情况
领导小组	周 祥	总经理	第（1627）号	项目负责人所需提交监测成果的批准，项目管理，监测技术指导；
技术小组	汪 斌	副总经理	第（0539）号	项目负责人所需提交监测成果的审查，项目出差工作安排；
	张家兵	工程师	第（4982）号	工作进度安排，工程测量，水土流失影响因子监测；
	何 辉	工程师	第（4975）号	主要负责数据整编和结果分析，图像编辑、报告编写；
后勤小组	茶绍辉	办公室文员		报告装订，监测工具及设备的管理；
	王春光	驾驶员		车辆驾驶

2.2.2 监测工作开展情况

2018年3月9日，云南新立有色金属有限公司委托云南今禹生态工程咨询有限公司承担云南新立有色金属有限公司花乔铁砂矿的水土保持监测工作；

2018年3月15日，监测组第1次前往云南新立有色金属有限公司花乔铁砂矿现场，对项目区地形地貌、植被类型、工程布局、土地扰动情况、水土流失情况以及防治措施实施情况开展了全面的实地调查监测，并根据实际情况，共布设了调查型监测点7个，巡查监测点1个；

2018年4月8日，监测组前往项目区进行第2次监测，核实水土保持措施实施情况；

2018年4月底，监测组汇总项目监测数据，经分析、统计，编写完成《云南新立有色金属有限公司花乔钛铁砂矿水土保持监测总结报告》。

3 监测内容与方法

3.1 监测内容

3.1.1 防治责任范围动态监测

防治责任范围动态监测主要是在工程的施工及运行期开展监测工作，主要包括项目建设区和直接影响区。项目建设区分为永久征占地和临时占地，永久征占地面积在项目建设初期能基本确定，临时占地面积及直接影响区的面积则随着工程进展有一定变化，防治责任范围监测主要是通过监测永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确定水土流失防治责任范围。

1、永久性占地监测

永久性占地面积由国土部门按权限批准，水土保持监测是对红线围地认真核查，监测建设单位有无超越红线开发的情况。本项目包括露天开采区、工业场地区、尾矿库区、生活及辅助设施区、矿区道路区、水源地及输水管线区。

2、临时性占地监测

临时性占地由于土地管辖权不变，在主体工程竣工验收前必须恢复原貌，水土保持监测主要监测有否超范围使用临时性占地情况、各种临时占地的临时性水土保持措施数量和质量、施工结束后以后原地貌是否恢复。

3、扰动地表面积

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扰动地表面积、地表堆存处的临时水土保持措施、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

4、直接影响区

主要监测直接影响区的面积、采取的水土保持措施情况。本工程直接影响区主要是项目区边坡上侧 5m、边坡下侧 8m 的范围。

5、水土流失防治责任范围的界定

根据占地和直接影响区的面积，确定施工期防治责任范围。

3.1.2 弃土弃渣动态监测

弃土弃渣监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃土、弃渣的位置、处数、方量及堆放面积；挖方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；弃土弃渣的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影像。

根据项目弃土弃渣动态变化情况，对整个工程的全部区域在项目建设过程实际发生的弃土弃渣情况进行监测。

3.1.3 水土流失防治监测

主要监测项目方案服务期末已实施的水土保持措施对水土流失的治理程度和治理效果，以及工程完工后水土保持设施的数量及质量。

（1）防护措施的数量及质量

主要监测挡护工程、截排水工程、植物措施工程的类型、布局、完成情况（数量要求、时间要求）以及以上各措施的拦挡泥沙，减少泥沙流失量、稳定坡面，避免滑坡发生、绿化地表，改善生态环境、为主体工程的安全运行起到的基础保证作用。

（2）林草措施的成活率、保存率、生长情况及覆盖度

主要监测方案实施后主体工程防治区的植被类型、主要树种、盖度、生长状况、生物量、持水量等。

（3）防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

主要监测挡土墙、护坡、排水工程等是否有损坏、砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现。

（4）各项措施的拦渣保土效果

主要监测各项措施实施后的拦渣率、水土流失控制比。

（5）项目挖方、填方数量及面积；

主要包括挖填方的地点、数量及占地面积；弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；挖、填方形成的边坡水土流失防护、边坡稳定性；弃土、弃石、弃渣堆放处临时性水土保持措施；弃土、弃石、弃渣场必要的生物复垦措施；挖填方处和弃土、弃石、弃渣堆放场地水土流失及对周围的影响。

（6）施工期、运行期对原有植被的影响

主要监测项目区及其周边的植被类型、主要树种、盖度、生长状况等。

3.1.4 土壤流失量动态监测

土壤侵蚀量动态监测主要包括土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

（1）水土流失因子

主要对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。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 气象因子：项目区气候类型分区、降雨、气温、无霜期、风速与风向等因子。

其中，降雨因子主要为多年平均降雨量。

C 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

D 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

E 水文因子：水系形式、河流径流特征。

F 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

G 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。

（2）土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

B 土壤侵蚀模数

单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小。是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

3.1.5 重大水土流失事件动态监测

在监测期间，对于重大水土流失事件应及时建议业主单位进行整改，并将其上报水土保持监测管理机构，以方便管理机构进行调查和检查，重大水土流失事件还应进行专题研究，向水土保持监测管理机构提交专题水土保持监测报告。根据项目实际情况，在监测期间项目区没有发生重大水土流失事件发生。监测内容见表 3-1。

表 3-1 监测内容一览表

防治责任范围 动态监测	复核项目建设区及直接影响区实际面积
	项目施工期间的水土流失防治责任范围变化情况
排土场动态监测	监测排土场堆放（S、h、L、 θ 等）、防护措施进展情况及拦渣率情况
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
	水土流失防治要求及水土保持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
土壤侵蚀量 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	及时反应重大水土流失事件，并上报监测管理机构

3.2 监测方法

3.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪、标杆和尺子等工具，测定不同分区的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（特别是堆渣和开挖面坡长、坡度、岩土类型）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。

（一）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。面积监测的时段主要是施工期。

（1）水土流失防治责任范围监测

A 项目建设区

监测指标为：永久性占地、临时性占地及扰动土地面积。主要根据工程设计资料，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算，对面积的变化进行监测。

B 直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查，结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

（2）水土流失面积监测

对于水土流失面积，采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的，结合项目建设区及直接影响区实地监测水土流失面积，统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

（二）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 1m×1m。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初期开展监测工作，针对整个工程的全部区域进行监测。

（三）其它调查监测

（1）水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。对于项目区的地形地貌因子、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《水保方案》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。

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，野外土壤质地识别鉴定标准见表 3-2 及表 3-3。

表 3-2 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒(<0.002mm)	粉沙粒 (0.02~0.002mm)	砂粒 (2~0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0~15	0~15	85~100
壤土类	砂质壤土	0~15	0~45	40~85
	壤土	0~15	35~45	40~55
	粉沙质壤土	0~15	45~100	0~55
粘壤土类	砂质粘壤土	15~25	0~30	55~85
	粘壤土	15~25	20~45	30~55
	粉沙质粘壤土	15~25	45~85	0~40
粘土类	砂质粘土	25~45	0~20	55~75
	壤质粘土	25~45	0~45	10~55
	粉沙质粘土	25~45	45~75	0~30
	粘土	45~65	0~35	0~55
	重粘土	65~100	0~35	0~35

表 3-3 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球 (直径 1cm)	湿时搓成土条 (2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤土	以砂为主, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作响	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条
轻壤土	砂多, 细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压土块, 相当于压断一根火柴棒的力	可成球, 压扁时边缘裂缝多而大	可成条, 轻轻提起即断
中壤土	还能见到砂砾	感觉砂砾大致相当, 有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球, 压扁时有小裂缝	可成条, 弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到砂砾	感觉不到砂砾存在	干土块难用手压碎	可成球, 压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到砂砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎, 锤击也不成粉末	可成球, 压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈, 将圆圈压扁无裂缝

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，在工程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。

(2) 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自然恢复期开展监测工作。

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

① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由建设单位及监理单位提供，工程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工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指雨水收集池、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，做出定性描述。

③ 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。

施工期和自然恢复期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

调查监测的监测频率为每次现场监测对项目区的水土保持措施运行情况、水土保持措施稳定情况以及植被生长状况进行调查，而地形地貌、土壤因子等水土流失因子只调查一次。

3.2.2 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和自然恢复期。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和自然恢复期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

A 实测法

通过布置监测设施（非标准小区、简易水土流失观测场等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据项目区其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类

型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

B 经验推测法

对于监测时段内的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式估算。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

C 类比法

采用已有的其它同类钛矿建设项目的监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

由于本项目施工期已过，不适合进行土壤流失量的定点监测。因此，本项目监测时段内的土壤侵蚀模数采取类比法进行综合分析得出，并计算全区土壤流失量。

3.2.3 临时监测

临时监测主要是在工程建设运行过程中，由于工程变动或连续多日降雨等特殊条件下，而进行的一种监测。由于临时监测的不确定性，故监测内容和方法均不确定，根据现场实际情况开展监测工作。本工程监测时段内曾出现 24h 降雨量 $\geq 50\text{mm}$ ，因此增加临时监测一次。

3.2.4 巡查

巡查主要是在工程建设期和运行期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于项目区外围的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。

（1）水土流失危害监测

A 对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

B 对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘的方式进行监测。

C 其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

（2）重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

3.3 监测时段及频次

3.3.1 监测时段

项目于 2007 年 1 月开工建设，2007 年 6 月完工，建设单位委托我公司开展本工程水土保持监测工作时间（2018 年 3 月 9 日），项目运行期间的水土流失情况只能通过调查和查阅前期资料得出。结合实际工程建设情况，确定本工程水土保持监测的时段为 2018 年 3 月 9 日~2018 年 4 月 12 日，监测时段为 1 个月。

3.3.2 监测频次

2018 年 3 月 15 日、4 月 8 日，我公司监测组先后开展现场监测工作 2 次。

3.4 监测点布设

开展本工程的水土保持监测主要以调查监测及定点观测相结合。根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）中监测点布设原则和选址要求，水土流失特点以及水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性与可操作性的原则。通过对现场的全面调查监测，根据项目实际建设状况，监测人员采取了定位监测、调查监测及巡查监测方式进行监测。

根据本工程水土流失特点和水土保持措施布局特征，并考虑观测结果的代表性和管理的方便性，共在项目区域内设置监测点 7 个（其中调查型监测点 6 个，巡查监测点 1 个），监测点详细布设情况详见表 3-4。

表 3-4 本项目水土流失监测点布设情况一览表

序号	监测项目	监测对象/布设位置	监测点个数	布设时间	备注
1	扰动地表面积	整个项目区	1	2018年3月	调查型
2	水土流失面积	整个项目区	1	2018年3月	调查型
3	水土流失危害	整个项目区	1	2018年3月	巡查
4	水土流失状况	整个项目区	1	2018年3月	调查型
5	弃土弃渣点	尾矿库区	1	2018年3月	调查型
6	措施防治效果	矿区道路区	1	2018年3月	调查型
		尾矿库区	1	2018年3月	调查型
合计			7		

4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

4.1 侵蚀单元划分

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

矿区处于云贵高原西侧，属构造剥蚀低中山地貌区，地势东、西两侧及西南部高，北部低，东南部较开阔，地形起伏较大。区内海拔标高 1709~2398m，最大相对高差可达 698m。植被发育，主要为云南松、冬瓜树和灌木林，区内地形切割小，无大的水系。

根据工程区的原地貌及植被情况，结合本项目水土保持方案及其批复文件，将本工程原地貌侵蚀单元划分为林地、坡耕地、其它用地、建设用地 4 个侵蚀单元。

4.1.2 地表扰动类型划分

根据工程施工特点，结合实地调查，以及各扰动地表类型水土流失特点，本工程在施工过程中对地表的扰动类型主要表现为开挖面、回填面、平台。在地表扰动类型划分情况见表 4-1。

表 4-1 地表扰动土地划分情况表

名称	地表扰动类型		
扰动地表形态	开挖面	回填面	平台
主要存在区域	露天开采区、矿区道路区	尾矿库、矿区道路区	尾矿库、生活及辅助设施区、工业场地区
特征描述	露天开采区裸露开采边坡，坡度较陡；运输道路内侧开挖形成土质、石质裸露边坡	尾矿库堆存矿山生产尾矿，回填堆土裸露松散，易发生水土流失；运输道路外侧回填形成土质裸露回填边坡。	尾矿库尾矿坝分台堆存，生活及辅助设施区大部分为构筑物覆盖，空区域地表裸露，存在一定水土流失

注：1、我公司监测组根据扰动地表利用类型、地形、扰动特点进行扰动地表类型的划分；

2、在各种扰动地表侵蚀形态中，开挖面、回填面和坡面因坡度较陡，表层土较为松散，易受降水冲刷形成水土流失，是本工程水土保持监测重点关注的扰动地表类型；

3、平台是建设过程中最常见的扰动地表类型，因其经常受施工、交通等影响，导致降雨入渗减少，地表径流增多，加之局部存在零星临时堆渣（料），在没有采取硬化或水土流失防治措施的前提下，存在一定的水土流失。

4.1.3 防治措施分类

本工程水土流失防治措施划分为工程措施、植物措施两大类。

工程措施：主要为运输道路区内侧土质排水沟及露天开采区、工业场地区、尾矿库区浆砌石排水沟、浆砌石挡墙；

植物措施：道路外侧行道树，露天开采区及尾矿库区植被恢复措施。

4.2 各侵蚀单元侵蚀模数

4.2.1 原地貌侵蚀模数

根据工程《水保方案》，本工程扰动损坏的原地貌全部以林地、坡耕地、荒草地为主，根据项目区地形地貌、植被状况和土地利用现状等，确定了各占地类型的原生土壤侵蚀模数，详见表 4-2。

表 4-2 原生土壤侵蚀模数统计表

地类	自然因素及现状情况	现状土壤侵蚀模数	备注
林地	多为稀疏灌木，下部覆盖杂草，植被覆盖度为 50~70%左右	400t/km ² ·a	无明显侵蚀
草地	多为次生的灌草丛草地，植被覆盖度为 70%以上	450t/km ² ·a	无明显侵蚀
坡耕地	地表平缓，地表植被覆盖不高	1000t/（km ² ·a）	轻度侵蚀

4.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

由于本项目监测工作开展时，工程已运行多年，各扰动地表类型侵蚀模数已无从获取，因此，本监测报告不对工程施工期各地表扰动类型侵蚀模数进行取值。

4.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

根据现场勘查，本项目现状占用的土地类型为建设用地、其它土地（工矿用地）、交通运输用地。项目水土流失预测范围内的现状土壤侵蚀模数，结合现场调查与当地水土流失现状综合分析。

表 4-3 现状土壤侵蚀模数取值

序号	地类	因素	现状土壤侵蚀模数 t/ (km ² ·a)	备注
1	建设用地	建筑物、硬化覆盖	0	微度侵蚀
2	交通运输用地	为碎石碾压、土质路面	480	微度侵蚀
3	其它土地（工矿用地）	开采造成边坡裸露，边坡较陡	500	微度侵蚀
	露天采区			
4	其它土地（工矿用地）	地表裸露，且堆放有废石	400	微度侵蚀
	尾矿库场			
5	坡耕地	地表平缓，地表植被覆盖不高	1000	轻度侵蚀
6	林地	地势较缓，植被覆盖率 60%	400	微度侵蚀

按照表 4-3 划定的现状土壤侵蚀模数取值标准，采用加权平均法计算工程各水土流失预测分区现状平均侵蚀强度。经计算工程区平均土壤侵蚀模数为 440.09t/(km²·a)，水土流失强度为轻度。

表 4-4 各地表扰动类型侵蚀模数 单位：t/(km²·a)

预测分区	预测面积 (hm ²)	占地类型	侵蚀模数 (t/km ² ·a)	加权模数 (t/km ² ·a)	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
露天开采区	6	林地	400	133.33	466.67
	12	其它土地	500	333.33	
工业场地区	0.3	其它土地	500	500	500
生活及辅助设施区	0.08	建设用地	0	0	0
矿区道路区	0.27	交通运输用地	480	480	480
尾矿库区	0.5	坡耕地	1000	25.77	415.46
	18.9	其它土地	400	389.69	
水源地及输水管线区	0.1	其它土地	500	500	500
合计	38.15				440.09

5 水土流失监测结果与分析

5.1 防治责任范围动态监测结果

5.1.1 《水保方案》确定的水土流失防治责任范围

依据工程《水保方案》及其批复文件，本工程水土流失防治责任范围面积为180.33hm²。其中项目建设区157.25hm²，直接影响区23.08hm²。本项目水土保持方案确定水土流失防治责任范围详见表5-1。

表 5-1 《水保方案》确定水土流失防治责任范围表 单位：hm²

功能区		占地类型	面积	备注
项目 建设 区	露天开采区	灌木林地	112.48	
		荒草地	1.40	
		坡耕地	14.52	
	工业场地区	灌木林地	0.25	
		荒草地	0.05	
	尾矿库区	灌木林地	25.85	
		荒草地	2.25	
	生活及辅助设施区	坡耕地	0.08	
	矿区道路区	灌木林地	0.12	
		荒草地	0.10	
		坡耕地	0.05	
	水源地及输水管线区	灌木林地	0.08	
		坡耕地	0.02	
	小 计			157.25
直接 影响 区	露天采场区		21.24	
	尾矿库区		1.75	
	矿区道路区		0.09	
	小 计			23.08
合 计			180.33	

5.1.2 水土保持监测确定的（运行期）水土流失防治责任范围

根据我监测项目组连续 1 个月的监测结果发现，在该监测时段内，项目区的水土流失防治责任范围面积为 45.83hm²。

直接影响区是指对下游或周边地区造成水土流失危害的区域，直接影响区虽然不属于征地范围，但建设单位应该对其影响负责防治。直接影响区主要与地形和施工管理有关。本项目直接影响区范围根据实际监测，对于在各区周边受影响区域。

表 5-2 水土流失防治责任范围监测结果 单位：hm²

分区	水保方案确定	监测结果	变化情况	备注	
项目建设区	露天开采区	128.4	18	-110.4	项目区水土流失防治责任范围减少 134.5 公顷
	工业场地区	0.3	0.3	0	
	生活及辅助设施区	0.08	0.08	0	
	矿区道路区	0.27	0.27	0	
	尾矿库区	28.1	19.4	0	
	水源地及输水管线区	0.1	0.1	0	
	小计	157.25	38.15	-119.1	
直接影响区	23.08	7.68	-15.4		
合计	180.33	45.83	-134.5		

5.2 弃土弃渣动态监测结果

5.2.1 《水保方案》设计弃土弃渣情况

《水保方案》设计，花乔铁砂矿工程土石方主要产生于以下工作面：

（1）基建期

基建期的土石方主要来自工业生产区场地平整产生土石方，生活及辅助设施平整开挖产生土石方、矿区道路开挖产生土石方、截洪沟开挖产生土石方和水源地及输水管线开挖产生土石方，由工程设计资料，工业场地平整开挖产生的土石方为 562m³，生活及辅助设施平整开挖产生土石方为 210m³，矿区道路开挖产生土石方 150m³，截洪沟开挖产生土石方为 888m³，水源地及输水管线产生土石方为 500m³，除部分土石方用于回填外，按照就近原则，其余堆存于尾矿库。

（2）生产期

生产期土石方主要来自矿山开采产生尾矿。产生尾矿共计约 374.30 万 m³，尾矿库库容为 428.73 万 m³，完全能满足弃渣（尾矿）要求。

5.2.2 实际弃土弃渣量监测结果

根据现场调查，本项目前期土石方主要为场平产生的土石方，均用于场地回填平整和矿区道路路基铺垫上，无弃渣产生。

本项目累计产生土石方 272.53 万 m³，回填 0.23 万 m³，弃方 272.30m³，全部运往尾矿库堆放。

5.3 地表扰动面积动态监测结果

根据建设单位提供主体工程施工资料，结合现场实地调查监测统计，工程施工期间，共占压原地貌、破坏原地表 38.15hm²，其中露天开采区 18.00hm²，工业场地区 0.30hm²，尾矿库区 19.40hm²，生活及辅助设施区 0.08hm²，矿区道路区 0.27hm²，水源地及输水管线区 0.10hm²。项目实际施工过程中，没有对项目建设征地范围以外区域进行扰动。项目建设实际扰动原地表面积具体见表 5-3。

表 5-3 工程建设扰动地表面积情况表

分区	扰动地表面积 (hm ²)	备注
露天开采区	18	与水保方案面积相比减少了 119.08 公顷
工业场地区	0.3	
尾矿库区	19.40	
生活及辅助设施区	0.08	
矿区道路区	0.27	
水源地及输水管线区	0.1	
小计	38.15	

5.4 土壤流失量动态监测结果

我单位监测小组进场时为 2018 年 3 月 9 日，项目水土保持监测时段为 2018 年 3 月 9 日至 2018 年 4 月 8 日，合计 1 个月。由于监测时段较短，监测时段内水土流失量不再进行计算。

6 水土流失防治监测结果

6.1 水土流失防治措施

6.1.1 工程措施

一、《水保方案》设计情况

(1) 主体工程设计工程措施情况

根据工程《水保方案》及其批复文件，主体工程设计计入水土保持工程投资措施为尾矿坝挡护工程，排渗工程、排洪工程。

(2) 《水保方案》设计新增工程措施情况

根据工程《水保方案》及其批复文件，方案新增水土保持工程措施为：工程措施：露天开采区截洪沟 340m，土石方开挖 326.40m³，M7.5 浆砌石 198.90m³。选矿工业场地外修筑截水沟，截水沟长 440m，截水沟为梯形沟，沟深 0.5m，底宽 0.5m，顶宽 1.6m；土石方开挖 562.40m³，M7.5 浆砌石 365.40m³。生活及辅助设施区排水沟长 200m，矩形沟，沟深 0.4m，沟宽 0.4m。截水沟采用 M7.5 浆砌片石支砌。土石方开挖 210.00m³，M7.5 浆砌石 162.00m³。

二、实际完成工程措施情况

根据监测现场调查统计，结合建设单位提供资料分析，截止 2018 年 4 月，本项目完成水土保持工程措施为：

主体设计——尾矿坝 1 座，排水沟 2400m。

方案新增——露天开采区排水沟 340m；工业场地区排水沟 420m，浆砌石挡墙 520m；生活及辅助设施区排水沟 310m，浆砌石挡墙 310m。

表 6-1 实际完成工程措施量统计表

分区	工程措施	主体设计	《水保方案》新增数量	实际完成数量	备注
露天开采区	截洪沟	/	340m	340 m	
尾矿库	尾矿坝	1 座	/	1 座	方案新增
	排水沟	2400 m	/	2400 m	
工业场地区	浆砌石挡墙	/	/	520m	
	排水沟	/	420m	420m	
生活及辅助设施区	浆砌石挡墙	/	/	310m	
	排水沟	/	200m	310m	

表 6-2 工程措施实施进度一览表

分区	工程措施	设计进度	实施进度	备注
露天开采区	截洪沟	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
尾矿库	尾矿坝	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
	排水沟	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
工业场地区	浆砌石挡墙	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2007年7月	
	排水沟	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2007年7月	
生活及辅助设施区	浆砌石挡墙	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2007年7月	
	排水沟	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2007年7月	

6.1.2 植物措施

一、《水保方案》设计情况

(1) 主体工程设计植物措施情况

根据工程《水保方案》及其批复文件，主体工程未设计计入水土保持植物投资措施。

(2) 水保方案设计新增植物措施情况

《水保方案》新增的水土保持植物措施为：矿体开采后，对露天采空区场地清理平整，平整面积 120.0hm²，造林面积 120hm²，植树 75000 株，直播云南松树籽 1200kg，车桑子树籽 2400kg，覆土 11070m³。尾矿库清理平整 24.02hm²，绿化面积 24.02hm²，植树（旱冬瓜）15012 株，直播树籽 720kg（云南松 240kg，车桑子 480kg），草籽 450kg，覆土 7840m³。生活区防治区植物措施绿化，共需种香樟 50 株，董棕 50 株，苏铁 20 棵，花卉 300 株，草坪 500m²。矿区道路栽植香樟 180 株。

二、实际植物措施实施情况

根据监测现场调查，本项目已实施植被恢复面积 14.56hm²。其中露天采区植被恢复 10.05hm²；工业场地区植被恢复 0.10hm²；尾矿库区植被恢复 4.32hm²；生活及辅助设施区植被恢复 0.05hm²；道路区栽植行道树 200m（栽植香樟 100 株），植被恢复 0.04hm²。

植物措施完成情况详见表 6-3。

表 6-3 实际完成植物措施量统计表

防治分区	措施项目	单位	《水保方案》新增数量	实际实施数量	备注
露天开采区	造林	hm ²	120	10.05	方案新增
工业场地区	造林	hm ²	0.1	0.1	
尾矿库区	造林	hm ²	24.02	4.32	
生活及辅助设施区	造林	hm ²	0.05	0.05	
矿区道路区	行道树	m	200	200	

表 6-4 工程措施实施进度一览表

分区	植物措施	设计进度	实施进度	备注
露天开采区	植树、种草	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
工业场地区	植树、种草	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
尾矿库区	植树、种草	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
生活及辅助设施区	植树、种草	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	
矿区道路区	行道树	2007年1月~2007年7月	2007年1月~2013年12月	

6.1.3 临时措施实施情况

根据本工程的水土保持方案规划及其批复，工程主要的临时措施有防止降雨冲刷露天开采区、堆料场而布设的彩条布临时覆盖 0.4hm²，临时土袋拦挡 1500m³，临时排水沟 400m。

在工程实际的建设中，为满足项目的运输道路的排水要求，在矿区道路内侧增加了临时排水沟，满足上游汇水的排出要求，保证道路的安全。共实施临时土质排水沟 240m，共开挖土方 43.2m³。在露天开采区周边布置了临时排水沟，共实施临时土质排水沟 800m，共开挖土方 144m³。

表 6-5 临时措施变化情况及变化原因

防治分区	临时措施	单位	方案设计量	实际完成量	变化	变化原因
露天开采区	临时覆盖	hm ²	0.4	/	-0.4	
	临时拦挡	m ³	1500	/	-1500	
	临时排水沟	m	/	800	+800	
矿区道路区	临时排水沟	m	0	240	+240	为排出道路上游汇水而增设

6.2 水土保持投资完成及变化情况

6.2.1 《水保方案》批复水土保持投资

根据《水保方案》及批复，花乔铁砂矿工程水土保持方案估算总投资 1198.9 万元，其中，主体工程已考虑的水保投资 879.67 万元，基建期方案新增水土保持投资 236.77 万元，生产运行期方案新增水土保持投资 82.46 万元。本方案新增水土保持投资中，水土保持工程措施 15.29 万元，所占比例为 4.79%；植物措施 81.07 万元，所占比例为 25.40%；临时工程 13.79 万元，所占比例为 4.32%；独立费用 56.50 万元，所占比例为 17.70%；基本预备费 10.00 万元，所占比例为 3.13%；水土保持补偿费 142.58 万元，所占比例为 44.66%。

基建期水土保持投资列入项目总投资中，生产期新增水土保持投资计入生产成本中。

表 6-6 主体工程已设计水土保持措施工程量及投资

序号	项目名称	内容	单位	数量	工程单价 (元)	工程造价 (元)
1	尾矿库区					8796700

表 6-7 花乔铁砂矿新增水土保持投资总估算表 单位：万元

编号	工程或费用名称	建安 工程费	林草措施费		独立费 用	投资合计 (万元)
			栽植费	林草及种子 费		
第一部分：工程措施		15.29				15.29
1	露天开采区	3.53				3.53
2	工业场地区	6.44				6.44
3	生活及辅助设施区	2.82				2.82
4	监测设备费	2.50				2.50
第二部分：植物措施			36.66	44.41		81.07
1	露天开采区		25.93	30.75		56.68
2	尾矿库区		10.60	9.08		19.68
3	工业场地区		0.05	2.64		2.69
4	生活及辅助设施区		0.03	1.40		1.43
5	矿区道路区		0.05	0.54		0.59
第三部分：施工临时工程		13.79				13.79
一	临时防护工程	11.86				11.86
1	薄膜覆盖	2.01				2.01

2	编织袋装土	9.45				9.45
3	临时排水沟	0.40				0.40
二	其他临时工程	1.93				1.93
第四部分：独立费用					56.50	56.50
一	建设管理费				1.65	1.65
二	工程建设监理费				5.70	5.70
三	水土保持方案编制费				8.00	8.00
四	科研勘测设计费				2.00	2.00
五	水土保持监测费				12.50	12.50
六	水土保持设施竣工验收技术评估报告				5.00	5.00
七	水土保持技术文件咨询服务费				1.00	1.00
八	工程质量监督费				1.65	1.65
一至四部分合计						166.65
基本预备费					10.00	10.00
水土保持设施补偿					142.58	142.58
总投资						319.23

6.2.2 水土保持投资完成情况

一、工程措施投资

根据竣工资料统计，工程措施投资共计 1803.60 万元，全部为新增工程投资。

表 6-8 项目实际完成水土保持工程措施投资表

分区	工程措施	实际完成数量	单价（元）	合计（万元）
露天开采区	截洪沟	340 m	350	11.9
尾矿库	尾矿坝	1 座	8796700	879.67
	排水沟	2400 m	350	840
工业场地区	浆砌石挡墙	520m	560	29.12
	排水沟	420m	350	14.7
生活及辅助设施区	浆砌石挡墙	310m	560	17.36
	排水沟	310m	350	10.85

二、植物措施投资

根据竣工资料统计，植物措施投资共计 145.60 万元，全部为新增植物投资。

表 6-9 项目实际完成水土保持植物措施投资表

分区	工程措施	实际完成数量	单价（元）	合计（万元）
露天开采区	造林	10.05hm ²	100000	100.5
工业场地区	造林	0.1hm ²	100000	1
尾矿库区	造林	4.32hm ²	100000	43.2
生活及辅助设施区	造林	0.05hm ²	100000	0.5
矿区道路区	行道树	200m	20	0.4
合计				145.6

三、临时措施投资

根据竣工资料统计，临时措施投资共计 2.08 万元，全部为新增临时投资。

表 6-10 项目实际完成水土保持临时措施投资表

分区	工程措施	实际完成数量	单价（元）	合计（万元）
露天开采区	临时排水沟	800m	20	1.6
矿区道路区	临时排水沟	240m	20	0.48
合计				2.08

四、独立费用

主要根据项目实际及合同额进行统计，共计 20.80 万元。其中建设管理费 2.0 万元，工程建设监理费 2.0 万元，勘测设计费 2.0 万元，水土保持监测费 4.8 万元，水土保持方案编制费 8 万元，工程质量监督费 2 万元。

五、水土保持补偿费

根据《水保方案》批复，水土保持补偿费共计 142.58 万元，实际缴纳 40 万元。

六、水土保持投资统计

本工程实际完成水土保持投资 2012.08 万元，其中工程措施 1803.6 万元，植物措施 145.6 万元，临时措施 2.08 万元，独立费用 20.8 万元，水土保持补偿费为 40 万元。

实际水土保持投资与《水保方案》中的投资 1198.9 万元相比增加了 813.18 万元。其中工程措施实际完成 1803.6 万元，较水保方案增加了 908.64 万元；植物措施实际完成投资 145.60 万元，较水保方案增加了 64.53 万元；临时措施实际完成投资 2.08 万元，较水保方案减少 11.71 万元；独立费用实际投资 20.80 万元，减少了 35.70 万元；实际投资无基本预备费；水土保持补偿费 40 万元。

表 6-11 项目实际完成水土保持总投资表 单位：万元

序号	工程或费用名称	工程措施费	植物措施费	临时措施费	独立费用	总投资
	第一部分 工程措施	1803.6				1803.6
	第二部分 植物措施		145.6			145.6
	第三部分 临时措施			2.08		2.08
	一至三部分合计	1803.6	145.6	2.08		1951.28
	第四部分 独立费用				20.8	20.8
一	建设管理费				2	2
二	工程建设监理费				2	2
三	水土保持方案编制费				8	8
四	科研勘测设计费				2	2
五	水土保持监测费				4.8	4.8
六	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费				0	0
七	水土保持技术文件咨询服务费				0	0
八	工程质量监督费				2	2
	一至四部分合计	1803.6	145.6	2.08	20.8	1972.08
	水土保持补偿费				40	40
	水土保持总投资	1803.6	145.6	2.08	60.8	2012.08

水土保持投资变化的主要原因有以下几方面：

（1）工程措施投资增加：项目区浆砌石挡墙、排水沟工程量增加，最终导致工程措施增加了 908.64 万元。

（2）植物措施投资增加：水土保持方案编制时间较早，人工费用低，大部分场地实施植被恢复时，人工成本增加，最终导致植物措施增加了 64.53 万元。

（3）临时措施投资减少：实际实施临时措施投资为 2.08 万元，与方案设计减少了 11.71 万元。

（4）独立费用减少：根据实际发生的独立费用较方案减少了 35.70 万元，主要原因为水土保持监测费因监测时间的缩短，减少了 7.7 万元，工程监理费未落实减少了 3.7 万元等。

（5）实际中无基本预备费，导致基本预备费减少了 10 万元。

表 6-12 项目实际完成投资与《水保方案》设计投资对比表

编号	工程项目及 费用名称	投资情况（万元）			原因
		设计投资	实际投资	增（+）、减（-）	
一	工程措施	894.96	1803.6	908.64	实际完成工程量增加
二	植物措施	81.07	145.6	64.53	植物措施减少
三	临时措施	13.79	2.08	-11.71	临时措施未实施
四	独立费用	56.5	20.8	-35.7	实际发生费用减少
1	建设管理费	1.65	2	0.35	依据实际合同取值
2	工程建设监理费	5.7	2	-3.7	
3	水土保持方案编制费	8	8	0	
4	科研勘测设计费	2	2	0	
5	水土保持监测费	12.5	4.8	-7.7	
6	水土保持设施竣工验收技术评估报告编制费	5	0	-5	
7	水土保持技术文件咨询服务费	1	0	-1	
8	工程质量监督费	1.65	2	0.35	
五	预备费	10	0	-10	实际发生费用减少
六	水土保持补偿费	142.58	40	-102.58	
七	合计	1198.9	2012.08	813.18	

6.3 水土流失防治效果监测结果

根据实地调查，截止 2018 年 4 月，项目区扰动土地面积为 38.15hm²，整治面积达 37.50hm²。其中，建筑物及硬化占地 0.17hm²，路面占地 0.23hm²，工程措施面积为 22.54hm²，植物覆盖面积为 14.56hm²。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内扰动土地整治率为 98.30%，水土流失总治理度为 98.29%，拦渣率为 98.01%，土壤流失控制比为 1.14，林草植被恢复率为 95.73%，林草覆盖率为 38.17%，六项指标均达到方案拟定目标值。

结合水土流失防治六项指标分析结果，可以看出：本工程建设单位较为重视项目区水土保持工作，根据工程《水保方案》，结合实地情况实施了水土流失防治措施，基本防治了因工程建设造成的水土流失，并改善了项目区生态环境。

表 6-13 分项内容统计及六项指标计算表

分项统计				
序号	项目	单位	数量	备注
项目区占地		hm ²	38.15	
1	扰动土地面积	hm ²	38.15	
2	水土流失面积	hm ²	37.98	
3	建筑物占地	hm ²	0.03	
4	道路占地	hm ²	0.23	
5	硬化占地	hm ²	0.14	
6	工程措施	hm ²	22.54	已统计至其它治理面积中
7	植物措施	hm ²	14.56	
8	整治面积	hm ²	37.33	
9	允许土壤流失量	t/(km ² ·a)	500	
10	治理后土壤侵蚀模数	t/(km ² ·a)	440.09	表 4-4 综合分析计算所得
11	弃渣量	万 m ³	272.3	
六项指标计算				
序号	分类分级指标	结果值	备注	
1	扰动土地整治率	98%	(整治面积/扰动土地面积)×100%	
2	水土流失总治理度	98%	(水土流失治理面积/水土流失面积)×100%	
3	土壤流失控制比	1.14	项目建设区容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失量	
4	拦渣率	98%	实际拦挡弃土弃渣量与弃土弃渣总量的百分比	
5	林草植被恢复率	95.73%	(林草植被面积/可绿化面积)×100%	
6	林草覆盖率	38.17%	(林草面积/总占地面积)×100%	

6.3.1 扰动土地整治率

项目区实际占地 38.15hm²，本次建设扰动土地面积为 38.15hm²，整治面积达 37.50hm²。其中，建筑物及硬化占地 0.17hm²，路面占地 0.23hm²，工程措施面积为 22.54hm²，植物覆盖面积为 14.56hm²，扰动土地整治率为 98.30%。

表 6-14 扰动土地整治率计算表

项目分区	项目区占地	扰动面积	整治面积	建构筑物 and 硬化场地	路面占地	工程措施	植被覆盖	扰动土地整治率
	hm ²							%
露天开采区	18	18	17.45			7.4	10.05	96.94
工业场地区	0.3	0.3	0.3	0.14		0.06	0.1	100.00
尾矿库区	19.4	19.4	19.3			14.98	4.32	99.48
生活及辅助设施区	0.08	0.08	0.08	0.03			0.05	100.00
矿区道路区	0.27	0.27	0.27		0.23		0.04	100.00
水源及输水管线区	0.1	0.1	0.1			0.1	0	100.00
合计	38.15	38.15	37.50	0.17	0.23	22.54	14.56	98.30

6.3.2 水土流失总治理度

经监测分析，项目区内目前产生水土流失的面积为 37.98hm²（扣除不产生水土流失的原有建筑物 0.17hm²），综合治理面积为 37.33hm²，包括路面占地、工程措施面积和植被覆盖面积等，水土流失总治理度为 98.29%。

表 6-15 水土流失总治理度计算表

项目分区	水土流失面积	治理面积	路面占地	工程措施	植被覆盖	水土流失总治理度
	hm ²					%
露天开采区	18	17.45	0	7.4	10.05	96.94
工业场地区	0.16	0.16	0	0.06	0.1	100.00
尾矿库区	19.4	19.3	0	14.98	4.32	99.48
生活及辅助设施区	0.05	0.05	0	0	0.05	100.00
矿区道路区	0.27	0.27	0.23	0	0.04	100.00
水源及输水管线区	0.1	0.1	0	0.1	0	100.00
合计	37.98	37.33	0.23	22.54	14.56	98.29

注：扣除不产生流失的原有建筑面积 0.17hm²，不计入此项指标计算

6.3.3 土壤流失控制比

根据本工程水土保持方案，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型和强度，本工程所在地区的土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

通过现场监测，根据监测末期土壤流失程度，本工程项目建设区内土壤侵蚀强度为 $440.09\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.14。

6.3.4 拦渣率

根据建设单位提供的相关资料，本工程累计产生土石方 272.53万 m^3 ，回填 0.23万 m^3 ，弃方 272.30m^3 ，全部运往尾矿库堆放。本项目拦渣率为 98.01%。

6.3.5 林草植被恢复率

本工程可绿化面积为 15.21hm^2 ，植被覆盖面积 14.56hm^2 ，林草植被恢复率为 95.73%。具体各分区详细计算情况详见表 6-16。

表 6-16 林草植被恢复率计算表

项目分区	扰动面积	可绿化面积	植被恢复面积	林草植被恢复率
	hm^2			(%)
露天开采区	18	10.6	10.05	94.81
工业场地区	0.3	0.1	0.1	100.00
尾矿库区	19.4	4.42	4.32	97.74
生活及辅助设施区	0.08	0.05	0.05	100.00
矿区道路区	0.27	0.04	0.04	100.00
水源及输水管线区	0.1	0	0	0.00
合计	38.15	15.21	14.56	95.73

6.3.6 林草覆盖率

本工程项目建设区占地面积为 38.15hm^2 ，植被覆盖面积为 14.56hm^2 ，林草覆盖率为 38.17%。具体各分区详细计算详见表 6-17。

表 6-17 林草覆盖率计算表

项目分区	项目区占地	植被覆盖面积	林草植被恢复率
	hm ²		(%)
露天开采区	18	10.05	55.83
工业场地区	0.3	0.1	33.33
尾矿库区	19.4	4.32	22.27
生活及辅助设施区	0.08	0.05	62.50
矿区道路区	0.27	0.04	14.81
水源及输水管线区	0.1	0	0.00
合计	38.15	14.56	38.17

6.4 水土流失防治效果分析

通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在项目运行过程中，由于工程措施落实相对不全面，尚存在一定水土流失，对项目建设及周边产生了不好的影响，后期项目应按照水土保持方案设计措施及要求，积极落实相关措施，进一步防治水土流失。工程运输道路区排水沟及浆砌石拦挡、排土场浆砌石拦渣坝及植被恢复措施等运行效果良好，基本有效的抑制了项目区因施工建设造成的水土流失，并改善项目区生态环境。

6.5 运行期水土流失分析

通过水土保持监测六项指标可以看出，本项目仍处于生产运行时期，目前，各区域水土流失分析如下：

露天开采区：现阶段处于停产阶段，部分开采扰动区域进行了植被恢复，未扰动区域保留原地貌林地、草地和其它土地（裸地），水土流失轻度。

工业场地：边坡和废石转运场地表裸露，水土流失中度。

尾矿库区运行多年，设有隔水膜及拦挡措施，现状初期坝和副坝加高加固已完工，水土流失为微度。

生活及辅助设施区：办公生活区已使用多年，包括宿舍、变压房、储矿库、取水泵站等建筑。均为建筑物硬化，周边自然恢复植被，不存在水土流失。

矿区道路区：工业场地与乡村道路相连，无大的开挖回填边坡，为土质路面，水土流失轻度。

水源地及输水管线区：包括尾矿输送管道、回水管、矿山输水管，均为地面敷设设施，不涉及地表扰动。管道区现状已全部敷设完工，不存在水土流失。

总体来说，本工程水土流失防治措施基本到位，已实施措施防治效果较好，各区域水土流失得到了基本控制。

7 结论

7.1 水土保持措施评价

7.1.1 水土流失变化与防治达标情况

通过各项水土保持措施的实施，截至 2018 年 4 月，本工程水土保持监测各指标达标情况详见表 7-1。

表 7-1 水土流失防治六项指标达标情况

序号	指标名称	单位	目标值	监测结果值	备注
1	扰动土地整治率	%	95	98.30	达到目标值
2	水土流失总治理度	%	85	98.29	达到目标值
3	土壤流失控制比		0.7	1.14	达到目标值
4	拦渣率	%	95	98.01	达到目标值
5	林草植被恢复率	%	95	95.73	达到目标值
6	林草覆盖率	%	20	38.17	达到目标值

从表中可以看出，六项指标均达到方案拟定目标值和二级防治标准。本工程工程措施及植物措施较为完善，对防治水土流失起到了重要的作用。

7.1.2 综合结论

项目生产规模 40 万 m³/a，矿区由 8 个拐点组成，矿区范围 4.0395km²，开采面积为 1.5725km²。矿区内共探获钛铁砂矿（332+333+334）矿石量 531.1148 万 m³，含钛铁精矿 10.007 万 t、伴生磁铁精矿 18.712 万 t，项目总投资 1342.67 万元。

本项目由露天开采区、工业场地区、尾矿库区、生活及辅助设施区、矿区道路区、水源地及输水管线区等 6 部分组成，基建期实际总占地面积 38.15hm²。

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》及云南省的相关法律法规的要求，建设单位云南新立有色金属有限公司于 2006 年 9 月委托方案编制单位承担了项目的水土保持方案的编制工作。楚雄彝族自治州水利局于 2006 年 12 月 22 日以“楚水水保[2006]45 号”文对本项目方案报告书进行了批复。根据水利部 16 号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》规定，2018 年 3 月，云南新立有色金属有限公司委托云南今禹生态工程咨询有限公司进行项目的水土保持监测工作。

通过实地调查，结合相关资料分析得出：工程实际水土流失防治责任范围面积 45.83hm²，包括项目建设区和直接影响区两部分。其中项目建设区 38.15hm²，直接影响区 7.68hm²。

根据工程水土保持工作进展情况分析，建设单位较为重视工程水土保持工作，在整个项目建设过程中结合实地情况实施了较多工程措施及植物措施。

经统计，截止 2018 年 4 月，本工程完成水土保持措施为：

1、工程措施

主体设计——尾矿坝 1 座，排水沟 2400m。

方案新增——露天开采区排水沟 340m；工业场地区排水沟 420m，浆砌石挡墙 520m；生活及辅助设施区排水沟 310m，浆砌石挡墙 310m。

2、植物措施

项目区植被恢复面积 14.56hm²。其中露天采区植被恢复 10.05hm²；工业场地区植被恢复 0.10hm²；尾矿库区植被恢复 4.32hm²；生活及辅助设施区植被恢复 0.05hm²；道路区栽植行道树 200m（栽植香樟 100 株），植被恢复 0.04hm²。

3、临时措施

矿区道路区共实施临时土质排水沟 240m，共开挖土方 43.2m³。在露天开采区周边布置了临时排水沟，共实施临时土质排水沟 800m，共开挖土方 144m³。

本工程实际完成水土保持投资 2012.0 万元，其中工程措施 183.6 万元，植物措施 145.6 万元，临时措施 2.08 万元，独立费用 20.8 万元，水土保持补偿费为 40 万元。

截止 2018 年 4 月，项目区扰动地面积为 38.15hm²，在扰动土地整治面积 37.50hm²。其中，建筑物及硬化占地 0.17hm²，路面占地 0.23hm²，工程措施面积为 22.54hm²，植物覆盖面积为 14.56hm²。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内扰动土地整治率为 98.30%，水土流失总治理度为 98.29%，拦渣率为 98.01%，土壤流失控制比为 1.14，林草植被恢复率为 95.73%，林草覆盖率为 38.17%，六项指标均达到方案拟定目标值。

7.1.3 存在的问题及建议

针对本工程现状，我单位提出以下几点建议，为建设单位的后期水土保持工作中提供参考：

1、根据水利部第 12 号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》（2000 年 1 月 31 日）的相关规定，有水土流失防治任务的开发建设项目，建设单位在工程开工前需自行监测或委托有相关单位承担工程施工过程中的水土保持监测工作。本项目委托监测时已超过方案服务期，对项目运行期监测产生一定的影响。后续开工项目需提前委托水土保持监测，做好水土保持监测工作。

2、及时修建露天开采区外围排水措施，防治产生较大水土流失，及时进行植被恢复治理措施。

3、做好雨季道路排水措施的巡查、清淤工作，指派专人负责，发现问题及时采取相应补救措施。

7.2 监测工作中的经验

通过本工程的水土保持监测，丰富了我单位同类工程的水土保持监测资料与经验，具体有以下几点：

（1）通过本工程的水土保持监测，加深了监测人员对水土保持相关理论知识的理解。

（2）通过本工程的水土保持监测，使得监测人员更加明确了钛矿类型项目的水土保持监测工作重点与监测方法。