

水保监测
甲字第091号

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程

水土保持监测总结报告

建设单位：金堆城钼业股份有限公司

监测单位：黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站

2017年8月

水保监测
甲字第091号

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程

水土保持监测总结报告

建设单位：金堆城钼业股份有限公司

监测单位：黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站

2017年8月



金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持监测总结报告

项目名称	金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程	
建设单位	金堆城钼业股份有限公司	
监测单位	黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站	
审 定	杜守君	
监测项目部	总监测工程师	郑书彦
	监测工程师	张绒君
		常文哲
		田小东
	监测员	冯星星
		郭俊良
		张甲龙
校核	郭 锐	
报告编写	冯星星	
	郭俊良	
	张甲龙	
参加监测人员	袁 静	
	陈 娇	
	刘晓静	



生产建设项目水土保持监测单位水平评价证书

(副本)

单位名称：黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站

法定代表人：赵安成

单位等级：★★★ (3星)

证书编号：水保监测(甘)字第0020号

有效期：自2018年1月1日至2020年12月31日

此证复印无效



发证机构：

发证时间：2018年1月1日

目 录

1 建设项目及项目区概况.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 项目区概况.....	3
1.3 工程水土流失特点.....	9
2 监测实施.....	11
2.1 监测目标与原则.....	11
2.2 监测工作实施情况.....	12
3 监测内容与方法.....	16
3.1 监测内容.....	16
3.2 监测方法.....	17
3.3 监测时段.....	18
3.4 监测点布设.....	19
4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定.....	20
4.1 侵蚀单元划分.....	20
4.2 各侵蚀单元侵蚀模数.....	22
5 水土流失动态监测结果与分析.....	29
5.1 防治责任范围动态监测结果.....	29
5.2 弃土弃渣动态监测结果.....	30
5.3 地表扰动面积动态监测结果.....	32
5.4 土壤流失量动态监测结果.....	32
6 水土流失防治动态监测结果.....	34
6.1 水土流失防治措施.....	34
6.2 水土流失防治效果动态监测结果.....	36
6.3 运行初期水土流失分析.....	39
7 结论.....	40
7.1 水土保持措施评价.....	40
7.2 监测工作中的经验与问题.....	错误! 未定义书签。

1 建设项目及项目区概况

1.1 项目概况

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程位于秦岭南缘中低山区，隶属于陕西省渭南市华州区南部的金堆镇，矿区对外运输道路为42km的华金公路。金堆城钼矿自1958年建矿，先后更名为金堆城钼业公司、金堆城钼业集团有限公司、金堆城钼业股份有限公司，现已发展成为具有采矿、选矿、冶炼、加工、科研、贸易为一体的大型联合企业。主要生产钼冶金炉料、钼化学化工、钼金属加工三大系列二十多种品质优良的产品，广泛应用于钢铁冶炼、石油化工、机械制造、航空航天、电子照明、生物医药等领域。钼系列产品占世界钼市场份额的8%左右，JDC品牌在世界钼行业享有盛誉。其企业年总产值约30亿元，主要产品钼精矿年产量约为4.5万吨，硫精矿年产量约为60万吨。项目的核心部分为金堆城矿区的采选生产系统和辅助系统，采选能力 1320×10^4 吨/年。

水土保持措施总体布局分为露天二期采场防治区、排水明渠工程防治区、防护林工程防治区（照片1.1-1~1.1-4）。露天二期采场防治区在措施布局上以主体工程为主，纳入水土保持方案的工程措施为采场排水工程、边坡维护（削坡）等；本方案新增的临时措施为草土袋拦挡、防尘网覆盖临时堆土。排水明渠工程防治区本方案新增的工程措施为在采场南帮1164m水平修建浆砌块石排水明渠；本方案新增的植物措施为排水明渠临时用地植草；新增的临时措施为草土袋拦挡、防尘网覆盖临时堆土。防护林工程防治区本方案新增的植物措施为在采场周边布设防护林。

露天矿南露天开采二期工程台阶参数（表1.1-1）

表 1.1-1 台阶参数表

台阶坡面角	安全平台宽度	清扫平台宽度	运输平台宽度	台阶高度
69 度	5m	15m, 每 3 个台阶一个	15m	12m, 北部 1200m 水平以上为 10m

表 1.1-2 南露天项目水土保持监测特性表

项目名称		金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天二期项目			
建设规模	矿山规模：900 万 t/a 工程项目组成：露天矿南露天开采工程、排水明渠工程、防护林工程等		建设单位全称	金堆城钼业股份有限公司	
			建设地点	陕西省华县金堆镇	
			工程等级	II 级	
			所在河流	黄河	
			工程总投资	48900 万元	
			工程总工期	2011.10~2017.8	
			项目建设区	21.84hm ²	
建设项目水土保持工程主要技术指标					
自然地理类型	秦岭南缘中低山区	所属“三区”	国家重点防治区		
水土流失预测总量	62980t	方案目标值	600t/km ² *a		
防治责任范围面积	21.84hm ²	水土流失容许值	500 t/km ² *a		
项目建设区面积	21.84 hm ²	主要防治措施	拦挡、护坡、排水、硬化、绿化		
项目影响区面积	21.84 hm ²	防护林工程	植物护坡、林业复垦		
水土流失背景值	1095t/km ² *a	水土保持工程投资	947.31 万元		
水土保持监测主要技术指标					
监测内容	监测指标		监测方法	监测指标	监测方法
	1、土壤侵蚀强度		定位监测、调查监测	5、水保设施与质量	调查监测
	2、植被状况		调查监测	6、水保工程效果	调查监测
	3、土壤侵蚀面积		调查监测	7、水土流失危害	调查监测
	4、土壤侵蚀量		定位监测、调查监测		
监测	防治	分类指标	目标值 (100%)	达到值 (100%)	监测数量

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持监测总结报告

结 论	效 果	扰动土壤 整治率	95.0	99.0	永久建筑物 及固化硬化 面积	18.51hm ²	扰动地 面积	21.84 hm ²
		水土流失 治理度	92.0	93.0	治理面积	3.10 hm ²	扰动地 面积	21.84 hm ²
		水土流失 控制比	1	1.02	方案目标值	490/km ² *a	项目区 容许值	500 t/km ² *a
		拦渣率	93.0	98.0	实际拦渣量	2268.993 万 t	总弃渣 量	2315.30 万 t
		植被恢复 系数	99.0	99.0	植物措施面 积	0.232 hm ²	可绿化 面积	0.234 hm ²
		林草覆盖 率	27	61	林草总面积	0.232 hm ²	实际占 地面积	0.38hm ² (仅为 排水明 渠占 地)
		水土保持治理 达标评价	水土保持工程质量合格，6项水土流失防治指标达到了分级分类一级防治标准。					
	总体结论	本工程水土保持治理措施全部完成，总体治理度较高，防治效果显著						
主要 建议	建议对照设计结合监理工程师现场提出的问题及时进行整改，特别是加强植物措施的补植补栽，确保成活，以发挥其恢复植被、控制水土流失、服务主体工程之目的。							

1.2 项目区概况

1.2.1 项目区地理位置

金堆城矿区位于秦岭南缘中低山区，隶属陕西省华县南部的金堆镇（图1.2-1地理位置图），地处关中东部，南于蓝田县、洛南县接壤，北临渭水与大荔隔河相望，西接临渭区，东连华阴，距陇海铁路、西潼高速公路和210国道

42km，华金公路与之相接，交通较为便利。矿区总面积2.63 km²，地理坐标为东径109056'01"-110001'22"，北纬34016'06"-34016'08"。

1.2.2 金堆城钼业公司概况

金堆城钼业股份有限公司是由金堆城钼矿发展改制而成。金堆城钼矿自1965年开始建设，1972年又进行了二期建设，1989年底改为金堆城钼业集团有限公司，现已发展为具有采矿、选矿、冶炼、加工、科研、贸易为一体的大型联合企业，公司总资产17亿多元，职工8000多人，下属二级单位、独资公司、控股公司等20余个，分布于华阴、华县、渭南、西安等地。目前拥有7大类20余种产品，其主要产品钼精矿产量为24914t，硫精矿产量586615t，工业氧化钼16637t，其钼产品出口量占世界钼市场费额的10%左右。企业年总产值70027.2万元，年总利税1000万元。

金堆城钼业股份有限公司的核心部分为金堆城矿区的采选生产系统和辅助系统。采选能力目前均为900×104t/a；矿区对外运输全靠全长42km的华金公路，此外在陇海铁路罗夫车站设有罗夫转运站，转运站内设有各类库房、油库和4118m长的铁路专用线（图1.2-2总平面图）。

1.2.3 气候特征

金堆城矿区位于东秦岭山系的南缘，属秦岭中低土石山区。区内总的地势呈北高南低，西高东低的特点。区内海拔最高点为西北分水岭，标高2077m，最低点为东川河，标高1148.9m，相对高差达900m。由于受强烈的侵蚀切割，显示出山区丘陵的地貌景观，河谷与山脊相交错，河谷一般呈“V”字形，切割深度50~200m，河谷两岸分布有堆积阶地。总体来说，该地区地貌主要为构造侵蚀地貌、构造剥蚀地貌、流水地貌和人工堆积地貌四种类型。

1.2.4 矿区地质构造

①区域地质构造

本区位于华北地台西南缘金堆城凹陷中金堆城背斜的轴部，整体构造形迹呈东西狭长带分布，该区构造形迹复杂，褶皱及断裂构造发育。断裂构造主要以近东西向及北东向两组为主，构成较多的棋盘式格子状构造。此外，尚发育有北西向及南北向断裂。

②矿区地质构造

矿区内褶皱及断裂活动较为发育，褶皱自北向南主要有黄龙铺背斜、白花岭向斜、瓦子坪背斜。断裂构造主要有界牌石逆断层、分水岭断层，此外，还有小秦岭断层、金堆城正断层等后期构造。

该区出露的地层新老截然分开，老地层基本为元古界变质岩系，而新地层为第四系松散堆积物，中间缺失古生界、中生界及新生界第三系地层。

③南露天采场工程地质构造

南露天采场所在地，沟壑密度 $1.76\text{km}/\text{km}^2$ ，矿区出露的地层主要为震旦系的安山玢岩和凝灰质板岩，其次为震旦系的石英岩。矿区岩浆发育，花岗岩呈枝状侵入安山玢岩之中，其接触部分变质为角页岩和黑云母化安山玢岩。大、小梁山被厚200m的中震旦系石英岩覆盖。

④矿床地质

金堆城钼矿床赋存于花岗岩与其接触的安山玢岩中，属高中温热液细脉浸染型钼矿床。

1.2.5 地 震

根据国家地震局1990年出版的1:400万《中国地震烈度区划图》，华县地震烈度为Ⅷ度。

1.2.6 气 象

矿区属暖温带季风性半湿润气候区，具有高山气候特征。区内气候四季分明，夏季闷热，冬季寒冷，早晚温差较大。多年平均气温 8.8°C ，7月最高，月平均 20.2°C ，元月最低，月平均 -2.7°C ，极端最高气温 34.2°C ，最低气温 -18.8°C ； 0°C 以上积温 4538.4°C ， 10°C 以上积温 3963.9°C ， 20°C 以上积温

1716.7℃。年日照时数1412.5小时，多年均蒸发量为1086.9mm，无霜期207天。多年平均冻土日数为62天，最大冻土深度11.8cm。

根据1984年9月金堆城矿区建立气象站以来的资料，截至2016年12月，区内多年平均降水量849.9mm。最高为1049.3mm，最少467.4mm，年内降水多集中在7~9三个月，占51.2%，且多以暴雨形式出现。最大月降水量383.4mm，最大暴雨量为日降水量114.1mm，历年最大月平均降水量为8月份，降水量达164.8mm。

本项目监测期，2008年~2016年年总降水量如（表1.2-1）。

表 1.2-1 2008 年~2014 年年总降水量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
降水量 mm	571.7	1170.3	743.1	840.4	689.8	652	931.2	1490.7	2147.3

常年主导风向SW，次主导风向NW，年平均风速1.55m/s，最大风速17m/s。

1.2.7 水 文

1、地表水

金堆城钼矿区的主干河流为汶峪河，汇水面积为41km²，属黄河流域南洛河水系，发源于华县金堆镇的北部，呈南北向由北向南流经金堆镇，再经石可出境，后注入南洛河。钼矿采区位于南洛河一级支流汶峪河上游的东川河、西川河汇流处(根据南露天开采计划，现在该河流经矿区段，正在修拦河坝，改由隧道导流)。其东侧有汶峪河，流域面积52.7km²，西侧有蒿坪川，流域面积120km²。汶峪河及其相邻河流的共同特点是：流程短，比降大，洪枯悬殊，洪水暴涨暴落，枯水期往往断流。汶峪河三条河谷较宽阔的支流，分别是东川河、西川河和北沟。东川河与西川河汇合后汶峪河一般流量0.5~1.2m³/s，洪水时流量45.15m³/s。

东川河流经矿区东部，发源于东北部，全长9.5km，汇水面积30.4km²，上游有诸多支沟，进入矿区后有龙王沟、大小马岔沟、北沟等，河谷下游有较

宽，可达60m，两岸阶地分布较广，现有河床已切入基岩1~3m。东川河一般流量 $0.3\sim 0.5\text{ m}^3/\text{s}$ ，洪水时流量 $1.9\sim 2.0\text{ m}^3/\text{s}$ 。

北沟流经矿区中部富矿带东侧，进入矿区后汇集郭家沟小河，河谷底较宽，下游30~40m，两岸发育有阶地。

西川河发源于矿区西北部，全长6.5km，汇水面积 13.4 km^2 ，呈近东西展布。流经矿区西部富矿带西侧，在露天矿坑西侧经泄水隧道导流，汇入汶峪河。其下游现代河床两岸发育有较宽的阶地。西川河一般流量 $0.2\sim 0.3\text{ m}^3/\text{s}$ ，洪水时流量 $1.0\text{ m}^3/\text{s}$ 。

2、地下水

(1)地下水类型及富水性

金堆城矿区地下水类型主要为第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水。

①第四系松散岩类孔隙潜水

主要分布于汶峪河、东川河、西川河等现代河床两岸阶地的底部。阶地覆盖层厚度随地形起伏各处不同，一级阶地为1~5米，二级阶地为5~10米，三级阶地为7~15米。潜水一般埋藏于一、二级阶地底部粗砂卵石层间，饱水带厚度一般为0.5~1.5m，局部地区厚3m，据抽水试验，渗透系数为 $0.4\sim 0.68\text{ m/d}$ 。三级阶地覆盖层虽厚，但因位置较高而无水蓄积。

②基岩裂隙水

主要埋藏于矿区的安山玢岩和花岗斑岩节理裂隙间。安山玢岩在矿区分布广泛，花岗斑岩呈零星分布，与安山玢岩成侵入接触，交角为 $3250\sim 1450$ ，在成矿后产生的构造裂隙有两组：一组倾向 $1700\sim 1900$ ，倾角为 $500\sim 800$ ，另一组倾向为 $2550\sim 2880$ ，倾角为 $600\sim 900$ ，由于受多次构造作用的影响，岩层内裂隙发育，具备了含水条件，裂隙宽度一般为 $0.2\sim 0.5\text{ cm}$ ，裂隙率1.4%，裂隙间普遍充填泥质或碳酸质沉淀物。基岩间构造裂隙不但发育，而且延展较深，说明含水层厚度较大，在标高850~1160米存在地下水的活动。

基岩裂隙水为承压水，水头高出河床超过20m。但含水量不丰，仅为 $0.017\sim 0.001\text{ L/s}$ ，平均渗透系数为0.0074。区南部虽为排泄区，但由于岩石较完整，裂隙不发育，富水性较差；矿区常分布亦从矿化富集区中心逐渐向四周边

部地区减弱，而C1含量和PH值比较稳定少变，不受矿化影响。在垂直上，地下水遵循急剧交替——缓慢交替——极缓慢交替的规律活动。

金堆城钼矿位于低山丘陵沟谷中，钼矿层现开采至当地侵蚀基准面之下。采场南端抵山下，北端为基岩，西端为截洪沟，东段河流正在改道，因此来自山间沟谷的第四系砂卵石层孔隙潜水受到一定阻挡。采矿区的基岩含风化裂隙水和构造裂隙水，富水性弱至中等，含水层之间有水力联系，具有一定的承压性。在露天采场进入深凹以后，涌入采场的水量，主要是大气降水形成的径流量和基岩裂隙两部分。

(2)地下水的补给、径流与排泄

区内大气降水比较充沛，沟、河发育，大气降水和山区雪融水是矿区第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水的主要补给来源，总的径流风向与地表水流向一致，由北而南，由高到低径流，排泄于沟谷，转化成地表水。山坡、山梁是地下水的主要补给、径流区，河谷、矿抗地带为排泄区，且多以泉的形式排泄。

1.2.8 土壤植被

矿区土壤类型主要有生草棕壤、砾质棕壤和粗骨性黄棕壤，土层厚度0.2~0.3m，沟谷有少量保水保土性能较好的淤积土，但结构松散，多含砾砂，抗冲抗蚀性较差。

项目区属暖温带与亚热带过渡带落叶阔叶林区，区内植被较好，乔灌木丛生，林草植被覆盖率90%以上。乔木有油松、华山松、山杨、栓皮栎、板栗、核桃、榆树、梓树、泡桐、侧柏、漆树等。灌木包括绣绒菊类、连翘、胡颓子、山桃等。草本植物主要以禾本科、菊科及藜科杂草为主。栽培树种主要有柳树、杨树等。

该区域是陕西省人民政府公告的水土保持重点监督区和重点治理区。是国家水土保持重点监督区。项目区属秦岭中低土石山区，土壤容许流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。平均土壤侵蚀模数 $1095\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，按土壤侵蚀强度分级标准属轻度侵蚀区。侵蚀类型以水蚀为主，重力侵蚀次之。

根据陕西省渭南市土壤侵蚀模数等值线图及华县水土保持区划，平均侵蚀模数为 $1095t/km^2.a$ ，按《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-96）土壤侵蚀强度属轻度侵蚀区。项目区位于秦岭土石山区，土壤容许流失量为 $500t/km^2.a$ 。侵蚀类型以水蚀为主，重力侵蚀次之。项目区雨量丰沛且年内分配不均，暴雨集中，强度大，洪水峰高量大，山地坡陡土薄，抗冲抗蚀性差，面蚀严重，河谷两岸，陡峻山地，岩石破碎、土质疏松，易于形成泄溜、滑坡及泥石流等。

1.3 水土流失及其防治体系

1.3.1 项目区水土流失及防治状况

该区域是陕西省人民政府公告的水土保持重点监督区和重点治理区。是国家水土保持重点监督区。矿区排水设施较为完善，已建成露天采场北沟排水渠、露天采场平台截水沟及排水管道、主干公路路边排水沟、西川河泄洪导流隧洞、排土场截排水系统等排水工程。

根据陕西省渭南市土壤侵蚀模数等值线图及华县水土保持区划，平均侵蚀模数为 $1095t/km^2.a$ ，按《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-96）土壤侵蚀强度属轻度侵蚀区。项目区位于秦岭土石山区，土壤容许流失量为 $500t/km^2.a$ 。侵蚀类型以水蚀为主，重力侵蚀次之。项目区雨量丰沛且年内分配不均，暴雨集中，强度大，洪水峰高量大，山地坡陡土薄，抗冲抗蚀性差，面蚀严重，河谷两岸，陡峻山地，岩石破碎、土质疏松，易于形成泄溜、滑坡及泥石流等。

1.3.2 项目水土保持方案设计概况

由于露天矿南露天二期开采工程属于建设生产类项目，水土流失主要发生在建设期和生产期。但在生产期持续采掘和剥离排放岩土的特点，故本方案中将露天二期采场、排水明渠、防护林建设等占地作为防治责任的范围。

- 1) 水土保持方案的编制立足于项目区的自然环境条件和当地治理水土流失的经验，以实地调查为依据进行设计，技术可靠，具有显著的防治水土流失、改善生态环境的效益。
- 2) 方案对施工过程中水土流失的防治提出了预防和防治措施，施工单位合理的施工工艺和完善的组织保证体系，可有效地控制施工过程中的水土流失。
- 3) 通过本方案水土保持分析论证，确定金堆城钼业公司露天矿南露天开采二期工程无项目建设的限制性制约因素，本项目可行。

2 监测实施

对项目建设过程中水土保持防治责任范围内水土流失数量、强度、成因及动态变化过程进行监测，对水土保持方案和水土保持措施的实施情况、实施效果进行分析评价；对项目水土流失治理达标情况进行评价，为竣工验收提供依据，从而采取有力的管理措施，实施有效的监督管理。

2.1 监测目标与原则

2.1.1 监测目标

根据《金堆城钼业集团有限公司露天矿南露天开采项目水土保持方案报告书》确定的南露天开采项目水土保持防治目标为：

- (1) 在工程建设过程中采取措施保护水土资源，尽量减少对植被的破坏；
- (2) 通过采取有效的水土保持措施使边坡稳定，岩石、表土不裸露，为矿区安全运行服务，避免水土流失对工程本身的危害；
- (3) 弃土、弃渣不得占用泄洪渠道和弃置于河床内；通过对项目区进行综合治理，使工程施工中产生的弃土、弃渣得到有效拦挡或利用；
- (4) 工程措施与生物措施相结合，使泥沙不得进入河道，不影响河流的正常功能；

2.1.2 监测原则

水土保持监测的目的是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运行多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持工

程实施效果等进行动态观测和分析，反映项目存在的水土流失问题与隐患，并及时通过水行政主管部门向建设单位提出修改意见。

(1) 全面调查与重点观测相结合

全面调查即对本工程项目水土流失防治责任范围、水土流失状况的本底值进行全面监测，以便对水土保持工程实施后水土流失及防治效果进行分析评估。此次针对金堆城露天二期水土流失区域，进行重点监测。

(2) 定期调查与动态观测相结合

对本项目水土流失防治区：即，露天采场、排水明渠和周边防护林等三个分区的地形地貌、地面物质组成、植被种类、覆盖度等随主体工程总体布局与施工进度变化而变化的指标体系，进行定期调查获取。对于土壤侵蚀形式、降雨量、径流量、泥沙量、工程实施进展与防治效果等因子，应根据项目的施工准备期、施工期、服务期等阶段，设置定期与不定期、定位与不定位的观测点。按照一定的时间间隔进行观测记录，作为分析本工程水土保持工程实施和试运行期两个不同阶段水土流失动态变化指标。

(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与隐患也在不断变化。由于本工程为点状工程，在监测方法上除了调查、观测外，必不可少的要进行巡查，以此来补充调查、观测中的不足。

(4) 监测分区与监测内容相结合

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程属点型工程，水土流失分散、形式多样、变化大，不同的防治责任分区其水土流失特点不同，所采取水保措施和技术也不相同，相应的水保监测内容也不同。因此，根据不同分区水土流失及防治特点，确定相应的技术经济可行、操作性强的监测内容和方法。

2.2 监测工作实施情况

根据水利部第16号令“开发建设项目水土保持设施验收管理办法”要求：开发建设项目水土保持方案验收必须要有水土流失监测报告等资料；金堆城钼

业股份有限公司委托黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站，对金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程实施水土保持监测，编制该项目水土保持监测报告书。

接受委托后，黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站立即组织水土保持监测技术人员，对项目区进行现场踏勘调查，收集整理分析有关资料，依据批准的《金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持方案报告书（报批稿）》，按照《开发建设项目水土保持方案技术规范》（GB50433-2008）、《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《开发建设项目水土保持监测技术规程》（DB61/T496-2010）等规范标准，结合项目建设进度和竣工验收要求，编制《金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持监测总结报告》，以规范本工程项目的水土保持监测工作，保证监测成果的科学性、系统性，确保按项目水土保持监测技术服务合同完成任务。

2.2.1 监测工作的实施组织

编制本项目水土保持监测设计与实施计划，其目的是为规范本项目水土保持监测工作，制定监测设计与实施计划编制流程是为了更好地安排监测设计与实施计划编制阶段的各项工作，协调解决各种工作关系及排序问题。

该项目监测设计与实施计划编制流程见（图2.2-1）。

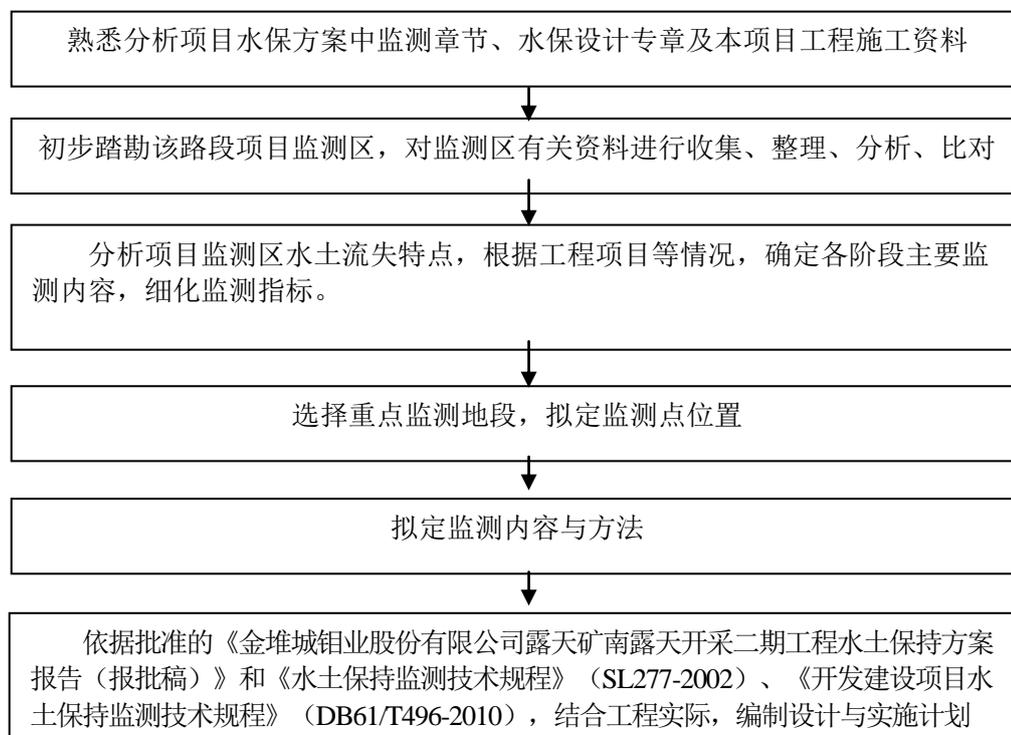


图 2.2-1 项目监测设计与实施计划编制流程图

2.2.2 监测技术步骤

正确制定监测技术步骤是顺利开展水土保持监测的重要依据和保障，是完成项目水土流失背景监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施实施情况及水土保持措施效益监测五项基本任务、正确规定监测程序处理监测工作前期准备阶段、监测实施阶段、成果分析评价阶段各种关系的依据。具体技术步骤详见（图2.2-2）

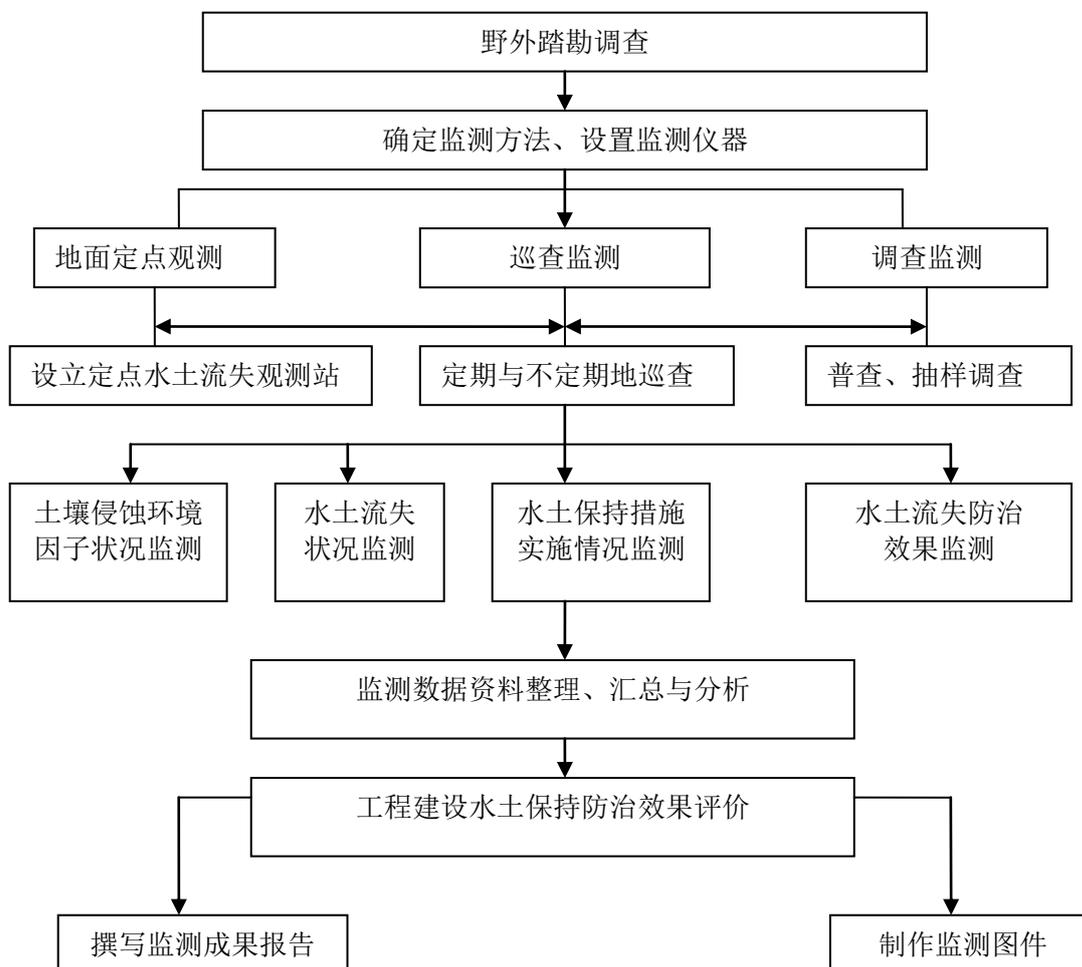


图 2.2-2 水土保持监测程序框图

2.2.3 监测组织形式

金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持监测采取黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站，责任明确。

(1) 黄河水利委员会西峰水土保持科学试验站：制定监测设计与实施计划、布设监测点、外业调查、布设监测点、报表编写，报告编写等；

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

二期工程于2011年10月开工建设，2016年12月施工结束。实际监测工作从2011年10月至2017年8月，因此其水土流失防治责任范围已确定，根据水土流失类型分区，收集各流失分区的实际占地面积，通过与设计防治责任范围进行对比分析来完成了本项目的防治责任范围的监测。

3.1.2 弃土弃渣动态监测

主要监测弃渣量、弃土弃渣堆放情况（弃土弃渣的占地面积，堆渣高度、坡长及坡度，弃渣流失量等）、防护措施及拦渣率。

3.1.3 水土流失防治动态监测

水土流失动态监测包括流失面积、流失强度、流失量、侵蚀模数等的变化情况以及水土流失对下游及周边地区造成的危害和趋势等几个方面的内容。

3.1.4 施工期土壤流失量动态监测

针对不同地表扰动类型的流失特点，对不同地表扰动类型分别采用侵蚀沟样方测量法及简易径流小区法进行多点位、多频次监测，经综合分析得到不同扰动类型的侵蚀强度及水土流失量。

3.2 监测方法

监测方法采取调查与地面观测相结合的方法。

在监测点，根据监测内容及要求布设监测断面或监测小区，定时观测和典型采样相结合，获取数据。用观测结果与同类型区平均流失量分析比较来验证水土保持工作布局及设计的合理性，在运行过程中作必要补充。

由监测人员通过实地调查、访问、测量等获得数据。本工程项目中的防治责任范围面积，扰动地貌、植被等水保设施面积，水土流失治理面积、林草面积，可绿化面积均需用普查法监测取得。

①土地扰动面积和程度、水土流失面积变化情况、水土流失程度变化情况、林草覆盖度采用设计资料分析，结合实地勘测及调查进行监测。

②对工程挖方、填方数量，弃土（石）量、挖深及堆放高度采用查阅设计文件和实地测量统计的方法。

③水土流失量的变化采用地面定点观测法监测。

A、布设简易观测小区，此次简易观测小区于 2014 年 4 月布置在金堆城钼矿露天二期附近的沟谷处，采用实地测量小区实验设计时段内产生的泥沙量确定侵蚀量。布设简易观测小区，采用实地测量小区内边坡侵蚀沟或在小区出口布设沉沙池，确定边坡侵蚀量：具体就是在选定的监测地段内（实是设计试验小区面积 $1 \times 4\text{m}^2$ ）的产沙量进行计算，从而求得边坡侵蚀模数。实地监测样表如（表 3.2-1）。

表 3.2-1 试验小区参数表

小区编号	小区			
	水平长 m	水平宽 m	坡度 (°)	投影面积 m^2
1	4	1	35	3.28
2	4	1	35	3.28
3	4	1	35	3.28

B、侵蚀沟调查

在已经发生侵蚀的地方，通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5—10m 宽的坡面，侵蚀沟按大（沟宽 $> 100\text{cm}$ ）、

中（沟宽 30~100cm）、小（沟宽 < 30cm）分三类统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，推算流失量。

侵蚀沟样方法通过调查实际出现的水土流失情况推算侵蚀强度。重点是确定侵蚀历时和外部干扰。必须及时了解工程进展和施工状况，通过照相、录像等方式记录、确认水土流失的实际发生过程。

④植被状况监测：在排土场服务过程中每年观测 1 次。主要监测指标包括植物种类、植被类型、林草生长量、林草植被覆盖度、郁闭度（乔木）、林下枯枝落叶层等。采用样方进行调查，样方投影面积大小：乔木林 20m×30m，灌木林 10m×10m，草地 1m×1m，每样方重复测一次。

⑤防护措施的效果及稳定性监测：采取实地定点测量法和实地调查相结合的方法，按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T1577-1995）规定进行测算；扰动土地面积及再利用情况、减少水土流失量、水土流失面积治理情况、林草措施的成活率、拦渣率、覆盖度等效益通过调查监测法进行。监测内容和方法详见（表 3.2-2）。

3.2-2 监测内容和方法

时段	监测内容	监测方法
施工期	土地扰动面积和程度及水土流失面积程度变化情况	实地调查
	工程挖方及填方数量	实地调查
	水土流失量变化	实地调查
	植被状况	实地调查
	防护措施及稳定性	实地调查

3.3 监测时段

本工程 2011 年 10 开工建设，2016 年 12 月施工结束。目前处于工程施工期，水土保持监测工作始于 2011 年 10 月，施工期监测 6 年，水土保持监测时段为 2011 年 10 月~2017 年 8 月止，共计 6.6 年。

在监测期间每年开展巡测 3 次，其中监测重点时段期的雨季 3~10 月按照水保方案的要求实施定点监测 2~3 次，遇到特殊情况加大监测频率及密度。

3.4 监测点布设

依据主体工程建设特点，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，确定水土保持重点监测地段和部位。水土保持重点监测地段为露天采场边坡、开采工作面。

(1)露天采场：露天采场边坡、开采工作面为本次长期监测站点各 2 处。

(2)排水渠：选择 1 处作为临时监测站点。

(3)周边防护林：在露天矿区周边防护林选择 1 处作为本次临时监测站点。

监测点布设情况详见（表 3.4-1，图 3.4-1 监测点位图）

表 3.4-1 监测点位布设、时段及频率情况表

监测区域	监测点位	监测点坐标 (西安 80)	监测内容	监测频次
露天采场	露天采场边坡、开采工作面各 2 处	(x=37404302.4 46y=3800646.99 2) (x=37404421.5 11y=3800485.59 2)	①扰动地表面积，破坏植被面积及程度； ②水蚀分布及侵蚀量；	①扰动地表面积，破坏植被面积及程度，土建施工期前、中、未各 1 次，每年不得少于 1 次； ②水蚀分布及侵蚀量监测，每年的 5 月(汛前)、6~9 月(汛期)、10 月(汛后)各全面监测一次，6-9 月每月一次，暴雨天(24 小时降雨量≥100mm 降)后增测 1 次；
排水渠	排水渠开挖 1 处	x=37404423.758 y=3800294.311	③挖填方数量及面积，弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；	③露天采场边坡稳定性长期监测，矿岩石采剥数量及占地面积等监测，施工期前、中、末各 1 次，每年不得少于 1 次；
周边防护林	露天矿区周边防护林 1 处	x=37404065.756 y=3800142.048	④露天采场边坡临空面的稳定性、矿岩石采剥数量。 ⑤项目建设前，项目区本底值监测。 ⑥林草生长、成活率、盖度及防治土壤侵蚀效果等情况。	④路基边坡、隧道工程挖填数量、排弃数量及占地面积等监测，施工期前、中、末各 1 次，每年不得少于 1 次； ⑤排土场，排弃数量、排弃高度、边坡情况及占地面积等监测，施工期前、中、末各 1 次，每年不得少于 1 次； ⑥项目建设前，项目区本底值监测 1 次。

4 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

4.1 侵蚀单元划分

根据水土流失特点，可以将施工期项目防治责任范围划分为原地貌（未施工地段）、扰动地表（各施工地段）和实施防治措施的地表（水泥构造物及防治措施等无危害扰动）三大类侵蚀单元。在施工初期，原地貌所占比例较高，随着工程进展，扰动地表面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减少；最终原地貌完全被扰动地表和防治措施地表取代，随后防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表比例大增。

施工期某时段（一般以年计）的土壤流失量即等于该时段防治责任范围内各基本侵蚀单元的面积与对应侵蚀强度乘积的总和。因此侵蚀单元划分及侵蚀强度的监测确定具有十分重要的意义。

4.1.1 原地貌侵蚀单元划分

本工程防治责任范围水土流失程度主要为无明显侵蚀和轻度侵蚀，少部分路段为中度侵蚀，无强度侵蚀，水土流失现象较普遍。

原水保方案报告书将二期工程划分为3个侵蚀单元，现场调查认为符合实际。

4.1.2 地表扰动类型划分

本工程施工期的开发建设活动可能引起的水土流失形式主要以水利侵蚀为主。

在施工期要在占用的土地上进行南露天采场、排水渠等大规模土石方工程。为了客观地反映本工程水土流失特点，对工程的地表扰动进行适当的分

类。

施工过程中对地表的扰动主要表现为岩石剥离、排水沟开挖等扰动地表类型。

二期工程的弃土弃渣堆放于马路沟排土场，与一期工程合并，本监测不涉及。

根据监测工作的实际需要，在实地调查的基础上，依照同一扰动类型的流失特点和流失强度基本一致、不同扰动类型的流失特点和流失强度明显不同的原则，共分为以下地表扰动类型，结果见（表4.1-1）。

表4.1-1 地表扰动分类表

地表扰动							
流失危害	有危害扰动						无危害扰动
扰动特征	岩石剥离				排水沟开挖		
侵蚀对象形态	土质低堆渣	石质低堆渣	土质高堆渣	石质高堆渣	土质开挖面	石质开挖面	受保护的开挖面等
代号	低土堆	低石堆	高土堆	高石堆	土质面	石质面	无危害
编号	1	2	3	4	5	6	7

4.1.3 防治措施分类

水土保持措施总体布局分为露天二期采场防治区、排水明渠工程防治区、防护林工程防治区。露天二期采场防治区在措施布局上以主体工程为主，纳入水土保持方案的工程措施为采场排水工程、边坡维护（削坡）等；本方案新增的临时措施为草土袋拦挡、防尘网覆盖临时堆土。排水明渠工程防治区本方案新增的工程措施为在采场南帮1164m水平修建浆砌块石排水明渠；本方案新增的植物措施为排水明渠临时用地植草；新增的临时措施为草土袋拦挡、防尘网覆

盖临时堆土。防护林工程防治区本方案新增的植物措施为在采场周边布设防护林。

4.2 各侵蚀单元侵蚀模数

根据陕西省渭南市土壤侵蚀模数等值线图及华县水土保持区划，工程所在地区平均土壤侵蚀模数为 $1095\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据商州区水土保持试验场标准小区观测资料，有林地、灌草林地背景侵蚀模数分别为 $550\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、 $1660\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ；有林地、灌草林地原地貌扰动后侵蚀模数分别为 $10000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 、 $12000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

商州区水土保持试验场距离本项目约 60 公里，同属于秦岭中低土石山区，通过类比分析商州区水土保持试验场标准小区观测资料，根据已调查的本区土壤侵蚀情况、地形、地貌、降雨量、土壤类型等水土流失影响因素及预测对象所受扰动情况，两个区域的情况基本相同，本项目区有林地、灌木林地背景侵蚀模数及原地貌扰动后侵蚀模数参考该数值（表 4.2-1）。

表 4.2-1 背景侵蚀模数和加速侵蚀模数表

地类	灌草林地	有林地
背景侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	1660	550
加速侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	12000	10000

4.2.1 原地貌侵蚀模数

根据土壤侵蚀分类分级标准，项目区属秦岭中低土石山区，容许侵蚀强度为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

根据陕西省渭南市土壤侵蚀模数等值线图及水土保持区划，项目区多年平均侵蚀模数为 $1095\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

4.2.2 各地表扰动类型侵蚀模数

本项目进行了侵蚀沟调查、径流小区实验。

一、侵蚀沟调查

本项目监测开始于 2011 年 10 月，结束于 2017 年 8 月，每年 11 月至 12 月开展一次侵蚀沟样方调查（照片 4.2-1~4.2-4），每次样方调查选取上一年末堆积、本年度内没有排土、没有扰动的坡面，进行侵蚀沟调查测量，测量时取 3 个样方，侵蚀模数是 3 个样方的平均值，侵蚀模数计算如（表 4.2-1）。

表 4.2-1 侵蚀沟调查侵蚀模数表（样表）

年份	侵蚀模数 t/ (km ² ·a)
2010	13650
2011	10106
2012	8910
2013	7523
2014	14262
2015	18472
2016	23254
平均	13739

二、径流小区实验

本项目选择金堆城露天矿南露天二期工程采区西侧排废土坡建立径流小区（照片 4.2-5~4.2-10），

①冲刷试验设计

此次实验采用地表水冲刷放水方式研究金堆城南露天二期工程水土流失现象，本研究试验场地设置在金堆城钼矿露天二期附近的沟谷处。试验时用重型装载机将露天二期的排弃物送到现场，试验坡面上平摊一层约 1 米厚的露天二期的排弃物。

试验场位于陕西省渭南市华县南露天采矿场位于石可生活区北面约 4km 的西川河和东川河交汇处。地理坐标为东经 109°56'01"-110°01'22"，北 34°16'06"-34°16'08"。属于秦岭南缘中低山区，隶属陕西省华县南部的金堆镇。

②试验小区设计

根据坡面地形、面积及监测要求，本次试验共布设 9 个冲刷试验小区，小区的选择原则满足以下几个方面：①能够代表整个矿区实地情况的坡面；②

水、电、路等试验条件能够满足试验等要求。规格为 $1 \times 4\text{m}^2$ ，其覆盖度分别为苜蓿种植覆盖，裸坡，彩条布覆盖，垫层分别为板岩、安山玢岩、坡残积。小区四周用塑料板插入土坡 15cm 的深度环绕围住，防止冲刷放水试验中，水分渗流出小区范围。小区底端出水口设置收水槽收集试验过程中的产流产沙量。

③试验设备

本次人工模拟径流冲刷放水试验中，主要仪器工具有 GPS、钢尺、数码相机、插钎及设立试验小区所用塑料板、铁制收水槽等。主要设备和材料见（表 4.2-2、表 4.2-3）。

表 4.2-2 主要设备表

设备名称	数量	备注
水泵	1	
水箱	2	规格 1.5*1.5*1.5m
烘箱	1	
电子称	1	
天平	1	

表 4.2-3 主要材料表

材料名称	数量	备注
尺子	2	
水桶	10	
温度计	1	
三角堰	3	
铁锨	4	
水杯	20	
取样盒	20	
电线	20m	
插板	2	
三通管	4	
橡皮手套	10 双	
水管	40m	
隔板	24m	
防水秒表	2	

④试验方案设计

本实验采用正交设计方法研究金堆城露天矿二期水土流失问题。

采用 Excel 软件设计正交试验，按照田口玄一先生发明的正交试验设计表进行设计实验。

首先确定本试验所要研究的因素与水平。拟设计三因素三水平（表 4.2-4）的试验来研究南露天二期的水土流失规律，计算水土流失侵蚀模数，进行水土流失监测。

表 4.2-4 三因素三水平统计表

水平	因素		
	岩性	冲刷量	覆盖度
1	A: 坡残积	3L/min	裸
2	B: 安山玢岩	4 L/min	彩
3	C: 板岩	5 L/min	植

三因素为三种不同垫层（坡残积、安山玢岩、板岩）、三种不同冲刷流量（3.0L/min、4.0L/min、5.0L/min）、三种不同覆盖度（裸、彩、植）。其中裸即裸坡，彩即彩条布覆盖、植即坡面种上黑小麦。其中：三个冲刷流量：根据已有的 20 年降雨资料的降雨强度转换为冲刷水量，选定三个放水冲刷流量：野外试验模拟冲刷流量采用的次降雨强度根据金堆城钼业公司历年降雨资料计算得出。

⑤实验小区冲刷量确定

收集大于 10mm 降雨资料，计算每场降雨的雨强：雨强=降雨量/降雨持续时间（历时）。按次降雨量强度的大小将各次降雨量由大到小排列，按照（公式 4-1）计算频率。

$$P_i = \frac{m}{n+1} \quad (\text{公式 4-1})$$

式中， P_i 为发生在降雨范围 i 内的经验频率； m 为该经验范围内的降雨次数； n 为降雨次数。

在计算经验频率的基础上，用配线法绘制经验频率曲线。根据设计暴雨的频率，从经验频率曲线上查找相应的降雨强度。查阅当地水文站资料及水文手册，确定本研究径流系数为 0.8。

冲刷流量=降雨强度·实验小区面积·径流小区

⑥ 试验内容及测定方法

植被盖度：依据本项目所在地区的水资源分布状况及覆盖度现状（40%左右），并结合“量水而行”的原则，本试验（以坡面为基准）选取裸坡、彩条布苫盖、天然植被（黑小麦苗）。

三因素三水平实验的全部组合是 27 组，采用基于田口玄一先生发明的正交试验设计表 L₃⁴，则只做 9 组。

试验测量径流流速、产沙量、径流量，并记录产流时间，观察细沟的发育动态。试验小区是矿渣天然休止角、1×4m 的坡沟系统。冲刷试验的冲刷历时为 30min，根据正交试验设计出不同因素、不同水平下 9 场冲刷实验（表 4.2-5）。

表 4.2-5 不同的影响因子正交组合得到试验的工况设计表（L₃⁴）

实验	因素			
编号	岩性	冲刷量	覆盖度	泥沙总量 (g)
1	A (破残积)	3L/min	裸	40095
2	A (破残积)	4 L/min	彩	0
3	A (破残积)	5 L/min	植	32490
4	B (安山玢岩)	3L/min	彩	0
5	B (安山玢岩)	4 L/min	植	30230
6	B (安山玢岩)	5 L/min	裸	40220
7	C (板岩)	3L/min	植	18180
8	C (板岩)	4 L/min	裸	33780
9	C (板岩)	5 L/min	彩	0

⑦ 测定方法

按照上面设计的试验方案进行冲刷试验；每次 30 分钟，冲刷时间间隔 24 小时进行比较分析。

实验中，用一只秒表记录冲刷开始和停止时间，另外一只秒表记录试验小区出现径流时间；采用水桶分别在铁皮三角口收集试验小区每两分钟产生的径流泥沙，用取样瓶采集浑水样本，用电子称法测定取样前后取样瓶中质量，使用染色示踪法（高锰酸钾溶液）测定坡径流速度。

根据计算的流量，调节水箱下面的三通管的开关，恒定水箱出水口的流量，当水箱里的水位保持不变时，水箱每分钟流出的流量为我们需要的流量时即可，已经调定，水箱开关保持不动，且保持水箱水位不变。

⑧测量流速及接水

测定小区里面水流流速时，采用每五分钟测一次，滴入高锰酸钾紫色溶液，上下工作人员用秒表计时，当含有高锰酸钾的水流流到小区底部时为止，两人测量结果相近时，取平均值，相差较大，舍弃。

⑨取样

每接完一桶水，取一次样，取样时先把水搅浑，用取样盒取一次，同时测一次重量，用标签标好，作好各项记录，填好表格。

⑩确定含沙量

用烘箱烘干样品，天平称重，减去取样盒质量，得到每个样品含沙量，填入已经设计好的表格，以供后续处理。

⑪侵蚀模数计算

施工期彩条布苫盖，施工期满后原有的灌木林地全部变成土石裸露的坡地及平台，施工期满后植被恢复防止水土流失，试验中这三种情况分别体现，其中植被恢复用黑小麦代替，覆盖率约 30%。

通过计算，三种情况下侵蚀模数如（表 4.2-6），其中裸坡 979t/（km² a）、彩条布 0 t/（km² a）、植被 694t/（km² a）。

表 4.2-6 小区试验侵蚀模数计算表

实验	因素			
编号	岩性	冲刷量	覆盖度	侵蚀模数 (t/km ²)
1	A (破残积)	3L/min	裸	1032
2	A (破残积)	4 L/min	彩	0
3	A (破残积)	5 L/min	植	837
4	B (安山玢岩)	3L/min	彩	0
5	B (安山玢岩)	4 L/min	植	778
6	B (安山玢岩)	5 L/min	裸	1036
7	C (板岩)	3L/min	植	468
8	C (板岩)	4 L/min	裸	870
9	C (板岩)	5 L/min	彩	0

4.2.3 防治措施实施后侵蚀模数

1、临时措施

根据径流小区实验结果，彩条布苫盖后侵蚀模数为零，证明在施工过程中，彩条布苫盖是非常有效的防止水土流失的临时措施。

2、植物措施

根据径流小区实验结果，植被措施可以有效减少水土流失，径流小区植物措施为播种黑小麦，当黑小麦苗覆盖率达到 30%时，侵蚀模数为 694t/(km²·

a) 。

5 水土流失动态监测结果与分析

5.1 防治责任范围动态监测结果

5.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持方案报告书（报批稿）》露天矿南露天开采二期工程水土流失防治责任范围为28.789 hm²，其中建设区23.032 hm²，影响区为5.757hm²，见（表5.1-1）。

表 5.1-1 水土保持方案中确定的防治责任范围

项目	面积 (hm ²)	建设区 (hm ²)	影响区 (hm ²)	占地类型
露天采场	26.87	21.46	5.41	荒草地小路
排水明渠	1.02	0.67	0.35	荒草地
周边防护林	1.18	1.18		荒草地
合计	28.79	23.03	5.76	

注：排水明渠建设区0.673hm²中包括采场内0.287hm²

5.1.2 施工期防治责任范围监测结果

在整个监测期内，因为每个分区都在不断的建设中，所以每次面积都不相同，2017年5月30日—8月2日最后一次监测面积为：总面积21.84hm²，其中项目建设区为21.84hm²，见（表5.1-2）。

根据实地监测结果，发现施工期防治责任范围与水土保持方案有以下几点变化：

（1）原设计防治责任范围为28.79hm²，实际为21.84hm²，比设计减少了6.95hm²。

(2) 其中排水明渠原设计建设区面积为0.67hm²，影响区面积为0.35，实际为建设区面积为0.15hm²，影响区面积为0.23 hm²。

(3) 由于采场周边自然植被茂盛，因此周边防护林未实施，不产生扰动。

表 5.1-2 防治责任范围监测结果

项目	项目建设区 hm ²			占地类型
	永久	临时	合计	
露天采场	21.46		21.46	荒草地小路
排水明渠	0.15	0.23	0.38	荒草地
周边防护林				荒草地
合计	21.61	0.23	21.84	

5.2 弃土弃渣动态监测结果

5.2.1 设计弃土弃渣情况

根据水保方案及有关设计资料，金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程建设期及方案服务期生产期内，各类弃渣合计 3808.98 万 m³，其中建设期 2315.24 万 m³，生产期 1493.74 万 m³；南露天开采二期工程建设、生产开采、排水渠开挖产生的弃土废石堆放于西川排土场。采场表土堆放于西川排土场的表土堆放区。生产产生的表外矿堆放于南牛坡废石场。详见（表 5.2-1）

表 5.2-1 水保方案中弃渣量汇总表

项目		弃渣量 (万 m ³)		分布位置
		施工期	合计	
露天采场 二期工程	剥离岩石	2287.38	2287.38	西川排土场
	剥离表外矿			南牛坡废石场
	边坡削坡	21.61	21.61	西川排土场
	表土剥离	5.39	5.39	表土堆放区
	小计	2314.38	2314.38	
排水渠		0.86	0.86	西川排土场
合计		2315.24	2315.24	

5.2.2 弃土弃渣动态监测结果

根据工程初步设计文件，在综合考虑经济运距、弃土场容量、位置等因素的基础上，主体工程设计中按照“尽量利用荒沟、荒地，少占耕地，就近弃置，方便运输”的原则，依据矿区地形状况，经过施工、监理单位调查分析，由于西川排土场和南牛坡废石场征地至今没有谈妥，南露天二期工程产生的、弃土弃渣堆放于马路沟排土场。

根据监测结果，截至 2017 年 8 月，南露天二期挖方数据如（表 5.2-2 表 5.2-3）。

表 5.2-2 南露天二期数据监测统计一览表

年份	标高 m	挖方面积 m ²	挖方量 m ³
2011 年	1235	94440.605	3305421.182
2012 年	1200	124563.247	4563201.478
2013 年	1175	145362.032	5625498.172
2014 年	1155	189840.891	6644431.192
2015 年	1155	295016.076	6945632.023
2016 年	1155	342507.342	7375401.904
2017 年	1155	388364.904	7767298.086

表 5.2-3 施工期弃渣量汇总表

项目		弃渣量 (万 m ³)		分布位置
		施工期	合计	
露天采场 二期工程	剥离岩石	2479.061	2479.061	马路沟排土场
	剥离表外矿			
	边坡削坡	23.421	23.421	马路沟排土场
	表土剥离	5.842	5.842	马路沟排土场
	小计	2508.323	2508.323	
排水渠		0.932	0.932	马路沟排土场
合计		2509.255	2509.255	

5.3 地表扰动面积动态监测结果

本项目原设计扰动地表面积 23.032hm²。（如表 5.3-1）

表 5.3-1 原设计扰动原地貌损坏土地、植被面积表

预测单元	水保设施面积 (hm ²)		扰动原地貌面积 (hm ²)		合计
	灌草荒地	小计	其它	小计	
采场基建	20.503	20.503	0.960	0.960	21.463
排水明渠	0.386	0.386			0.386
周边防护林	1.183	1.183			1.183
合计	22.072	22.072	0.960	0.960	23.032

注：排水明渠永久占地 0.673 hm² 中包括采场内 0.287hm²，采场外面积 0.386hm²；其它用地这里是小路。

地表扰动面积监测包括两方面的内容：即占地类型判断和面积监测。据征占地资料 and 实际调查核实，露天二期实际扰动地表面积为 21.84hm²，其中采场基建扰动面积为 21.46hm²，排水明渠扰动面积为 0.38hm²，周边防护林未实施，不产生未扰动，扰动地表类型有灌木林地等。最终地表扰动面积监测结果见（表 5.3-2）。

表 5.3-2 地表扰动面积动态监测结果

监测单元	水保设施面积(hm2)		扰动原地貌面积(hm2)		合计
	灌草林地	小计	其他	小计	
采场基建	20.50	20.50	0.960	0.960	21.46
排水明渠	0.38	0.38			0.38
周边防护林					
合计	20.88	20.88	0.96	0.96	21.84

5.4 土壤流失量动态监测结果

露天矿南露天开采项目建设和生产用地范围内的原有地貌形态和林草植被，都具有不同程度的蓄水保土作用，基建过程中扰动原地貌、损坏地面植被，使土体松散堆积或开挖面裸露，地表抗冲抗蚀能力迅速衰减，降低或丧失了其原有的水土保持功能，形成加速侵蚀区，因此，在施工期应将损坏原地貌

植被的面积全部计为可能造成的水土流失面积，面积为 21.84hm²。监测土壤流失量见（表 5.4-1）。

表 5.4-1 土壤流失量动态监测表

工程项目	流失面积(hm ²)						侵蚀模数 (t/hm ² .a)	流失总量(t)
	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
南露天采场	3.576	3.576	3.576	3.576	3.576	3.576	12000	64392
排水明渠	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	12000	4560
周边防护林							12000	
合计	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	3.639	12000	68952

6 水土流失防治动态监测结果

6.1 水土流失防治措施

6.1.1 工程措施及实施进度

本项目水土保持工程措施主要有：

1、露天采场防水工程：采矿场北帮 1250、1220 平盘排水渠于 2007 年完工；北沟排土场明渠修建工程于 2008 年完工；露天矿透水坝于 2008 年完工；采场 1176 平盘截水渠新建项目于 2009 年完工，1164 平盘截洪渠工程于 2010 年完工；采场西倒截水渠移设工程于 2010 年完工。

2、排水明渠：南帮 1164m 水平修建排水明渠，1.6m 深，1.6m 宽，980m 长，砌护材料采用浆砌块石，砌护厚度 0.5m，于 2010 年完工。

3、周边防护林：由于采场周边自然植被茂盛，因此周边防护林未实施，不产生扰动。

表 6.1-1 工程措施统计表

项目		工程量 (万 m ³)	
		施工期	合计
露天采场 二期工程	剥离岩石	2479.061	2479.061
	剥离表外矿		
	边坡削坡	23.421	23.421
	表土剥离	5.842	5.842
	小计	2508.323	2508.323
排水渠		0.932	0.932
合计		2509.255	2509.255

6.1.2 植物措施及实施进度

水土保持植物措施是主体工程完工后实施的。从调查监测和定点监测结果来看，本项工程水土保持植物措施的实施情况良好，总体符合水土保持方案的要求。特别是主体工程区植被恢复质量较高，不仅满足了水土保持要求，也满足了“绿色大通道”的景观要求。综合分析后，得出如下评价结论：

(1) 大部分场地已绿化植树种草，部分自然植被恢复，但已实施植物措施的大部分场地绿化树种比较合理，乔木主要以华山松、山杨、红槐为主，灌草主要以三叶草、紫花苜蓿为主；

(2) 植物措施中，周边防护林因采场周边自然植被茂盛，不需人工再栽植防护林带，符合当地实际。排水明渠临时占地恢复植被 0.232hm^2 ，水保方案设计为种草，种植百喜草。实际完成采取了灌草混交，灌木选用小叶女贞，草选用紫花苜蓿，较方案设计有所提高，做到了绿化美化相结合。栽植小叶女贞 10667 株，撒播紫花苜蓿草籽 9kg。

表 6.1-2 植物措施工程量表

水土保持措施		植物面积 (hm^2)	植物工程量		
			乔木 (株)	灌木 (株)	植草 (kg)
植物 措施	排水明渠	0.232		10667	9
	周边防护林	1.18	未实施	未实施-	未实施-
	小 计	0.232		10667	9

6.1.3 临时防治措施及实施进度

本工程的临时防治措施主要是指露天采场施工时的临时堆土防护，道路区施工时开挖的临时堆土防护和排水工程。在施工时施工单位对施工过程中临时堆放的余土能够集中堆放、拍实，并在周围用纤维布采取临时挡护防治措施；施工场地平整时在各开挖阶面采取临时的拦挡和截水措施；施工临时工区使用完毕后将地表建筑物及硬化地面全部拆除、废弃物及时运至集中堆放地点。据现场调查，在施工过程中按水土保持方案设计的临时防护措施及要求，基本落实到位，尤其对土石方的流转和弃土弃渣的堆放都采取了相应的临时防护措

施。施工单位注意保护生态环境，做到文明施工。通过现场调查，临时防治措施及时有效，总体符合水土保持方案的要求。

表 6.1-2 临时措施工程量表

水土保持措施		临时工程量	
		草木袋(m ³)	防尘网(hm ²)
临时措施	露天采场	2535	10
	排水明渠	72.15	417.51
	小 计	2607.15	427.51

6.2 水土流失防治效果动态监测结果

6.2.1 扰动土地整治率

经统计，金堆城钼业股份有限公司露天矿南露天开采二期工程实际扰动土地面积为 21.84hm²。扰动土地整治面积 21.61 hm²（建筑物及场地硬化面积 18.51hm²，工程及植物措施治理面积 3.10hm²）扰动土地整治率为 99%，高于方案设计的扰动土地整治率 95%。

监测结果说明，本项目注重扰动土地的整治，对于主体工程及辅助工程都实施了相应的措施，总体效果良好。

表 6.2-1 扰动土地整治率统计表

监测分区	扰动面积	治理面积	建筑物及硬化面积	治理措施	扰动土地
					治理率 (%)
露天二期采场区	21.46	2.87	18.36	采场排水、边坡维护削坡	98.93
排水明渠区	0.38	0.23	0.15	浆砌石排水沟、明渠临时占地绿化	100
合计	21.84	3.10	18.51		99

6.2.2 水土流失总治理度

根据监测结果，金堆城钼业集团有限公司露天矿南露天开采二期项目工程

水土流失防治责任范围21.84hm²内，水土流失总面积为21.84hm²，水土保持措施治理面积3.10hm²，水土流失总治理度为93%，高于方案设计的水土流失治理度92%。

表 6.2-2 水土流失治理度统计表

监测分区	防治责任面积	扰动面积	建筑物及硬化面积	治理面积	水土流失治理度(%)
露天二期采场区	21.46	21.46	18.36	2.87	92.58
排水明渠区	0.38	0.38	0.15	0.23	100
合计	21.84	21.84	18.51	3.10	93

6.2.3 拦渣率

项目区开挖产生的土石方废渣，堆置于弃渣场内，绝大部分弃渣场都进行了工程防护措施和植物防护措施，拦渣效果明显。截至2017年8月，本工程施工期共计产生弃土弃渣2509.255万m³，该工程施工期产生的水土流失量为62.111万m³，工程实际拦渣量为2447.144万m³，拦渣率为98%。

表 6.2-3 拦渣率统计表

工程项目	工程实际拦渣量(万m ³)	产生弃土弃渣量(万m ³)	拦渣率(%)
露天采场二期	2268.08	2314.368	98
排水明渠	0.913	0.932	98
合计	2268.993	2315.30	98

6.2.4 土壤流失控制比

项目位于秦岭中低土石山区，根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)并结合查阅相关资料、实地调查情况，平均允许侵蚀模数取500t/(km².a)。

排土场坡面土壤侵蚀量相对较大，但由于这部位在整个工程中所占面积比重较小，根据工程建设不同分区占用面积进行加权平均，本工程防治责任范围内的平均侵蚀模数为490t/(km².a)，水土流失控制比为1.02。

根据植被恢复期水土保持监测结果显示，随着后继附属工程的完工，各项

植物措施水土保持效益日趋显著，加之项目区属暖温带季风性半湿润气候区，随着时间的推移，植物生长力旺盛，防治责任范围内的土壤侵蚀强度还将继续下降。

表 6.2-4 项目工程建设期水土流失控制比

监测分区	面积 (hm ²)	监测期末侵蚀强度(t/km ² ·a)	土壤容许流强度 (t/km ² ·a)	土壤流失控制比
露天二期采场区	21.46	488	500	1.02
排水明渠区	0.38	492	500	1.02
合计	21.84	490	500	1.02

6.2.5 林草植被恢复系数

经监测，金堆城钼业集团有限公司露天矿南露天开采二期项目工程防治责任范围内可恢复植被面积 0.234hm²，已恢复植被面积 0.232hm²，植被恢复系数为 99%。与水保方案防治标准 99%一致（水土保持方案计算时未包括二期采场占地面积）。

表 6.2-5 植被恢复系数统计表

监测分区	面积	可恢复植被面积	已恢复植被面积	植被恢复系数 (%)
露天二期采场区	21.46	0	0	
排水明渠区	0.38	0.234	0.232	99
合计	0.38	0.234	0.232	99

6.2.6 林草覆盖率

经监测，截至 2017 年 8 月，金堆城钼业集团有限公司露天矿南露天开采二期项目工程恢复林草植被面积 0.232hm²，由于在水土保持方案中计算防治目标植被盖度时，特别说明不包含二期采场占地面积，因此参照水保方案此处实际占地面积扣除采场占地后仅为排水明渠占地 0.38 hm²，据此计算林草覆盖率为 61%，高于水保方案防治标准 27%。详见表 6.2-6。

表 6.2-6 林草覆盖率统计表

监测分区	面积	可恢复植被面积	已恢复植被面积	林草覆盖度 (%)
二期采场区	21.46			
排水明渠区	0.38	0.234	0.232	61
合计	0.38 (不包括二期采场占地面积)	0.234	0.232	61

6.3 运行初期水土流失分析

经过采取各项防治措施，施工期防治责任范围内绝大部分区域其土壤流失量可以达到水保方案中确定的目标值，其中主体工程区中大部分区域基本没有土壤流失，监测结果可以计算出露天矿开采二期施工期防治责任范围的水土流失控制比为1.03，可以达到水土保持方案中确定的目标。

7 结论

7.1 水土保持措施评价

7.1.1 水土流失动态变化与防治达标情况

《金堆城钼业集团有限公司露天矿南露天开采二期工程水土保持方案报告书》（报批稿）于2007年完成，按照水保方案，该项目应执行建设类项目水土流失防治一级标准。

监测结果表明：项目区扰动土地整治率、水土流失总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、林草植被恢复率和林草覆盖率等防治目标均达到评估目标，满足当地防治水土流失的标准，达到了预防和治理水土流失的效果。各项指标完成情况详见（表7.1-1）。

表 7.1-1 水土流失防治指标对比分析表

水土流失防治目标	方案值	实际达到值
扰动土地整治率（%）	95	96
水土流失总治理度（%）	92	97
土壤流失控制比	1	1.03
拦渣率（%）	93	98
林草植被恢复系数（%）	99	99
林草覆盖率（%）	27	61

7.1.2 综合结论

总体上看，工程的防护、拦渣、土地整治、绿化等工程运行效果良好，临时措施、工程措施、植物措施结合实施，人为水土流失基本得到控制，防治责任范围内的水土流失量已经基本接近允许流失量，低于原地貌的水土流失

量；林草覆盖率符合标准要求，且质量较优；水土保持工程的实施明显改善了项目区的生态环境。

7.1.3 存在问题及建议

（1）工程措施相对比较完善，但部分工程措施有损毁现象，应及时修复、完善，以保证主体工程安全运营；

（2）施工营地基本清理完毕，但少量施工营地还未清理完毕，须及时清理并进行整治复耕；

（3）植物措施建设总体质量良好，但尚存在局部生长不良现象，须加强后期管护。