



二维码说明：

在辽宁省开展的法定安全评价项目必须经辽宁省安全评价“互联网+智慧监管”系统取得监管认证二维码,各级应急管理部门可通过扫码下载“辽宁安评APP”核验项目状态,使用APP扫码后橙色为可评审状态,绿色为可备案状态。

本溪市祥通石灰石有限公司
石灰岩露天开采项目
安全现状评价报告

ln-LNWZ-XZPJ-2023-0002

法定代表人：杜研岩

技术负责人：马秀山

项目负责人：王 飞

2023 年 8 月 7 日
(评价机构公章)

前 言

本溪市祥通石灰石有限公司为了客观、公正地了解企业自身的安全生产状况，进而贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，不断做好安全生产工作，根据《中华人民共和国安全生产法》、《安全生产许可证条例》、《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》以及《关于辽宁省非煤矿矿山企业安全生产许可证延期换发工作的意见》的要求，委托我辽宁万泽安全技术咨询服务有限公司，对其露天采场的安全生产现状进行评价。

安全现状评价报告的格式和内容，是按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）和相关法律法规的要求确定的。

安全现状评价报告主要根据该矿山开采设计、现场安全检查资料及其它有关资料，在对该矿山开采生产过程中的危险、有害因素进行辨识、分析的基础上，运用定性、定量方法对各单元进行了安全评价。报告针对该矿山开采生产过程中存在的问题，提出了安全对策措施及建议。本次评价可作为监管部门核发安全生产许可证延期提供重要依据。

目 录

1	安全现状评价的目的、依据及范围与程序	1
1.1	安全现状评价的目的	1
1.2	安全现状评价的依据	1
1.3	安全现状评价的范围	6
1.4	安全现状评价的程序	8
2	企业基本情况	10
2.1	企业概况	10
2.2	自然条件	11
2.3	地质概况	12
2.4	企业生产能力与工作制度	16
2.5	周边环境	16
2.6	矿山设计概况	17
2.7	矿山开采现状	20
3	主要危险、有害因素辨识及分析	28
3.1	主要危险因素辨识及分析	28
3.2	主要有害因素辨识及分析	35
3.3	重大事故隐患辨识	38
4	评价单元划分与评价方法选择	39
4.1	评价单元划分	39
4.2	评价方法选择及所用的评价方法简介	39
5	定性、定量评价	41
5.1	安全生产管理单元	41
5.2	采场构成及采剥作业	44
5.3	采装与运输单元	86
5.4	防火及防排水单元	89
5.5	排土场单元	90

5.6 警示标志及照明单元	91
5.6 重大生产安全事故隐患判定	92
6 建议补充的安全对策措施	95
7 评价结论	96
7.1 安全现状综合评述	96
7.2 各评价单元的评价结果	96
7.3 安全总体评价结论	98
8 附件	99
9 附图	100

1 安全现状评价的目的、依据及范围与程序

1.1 安全现状评价的目的

矿山企业安全生产现状评价的目的是贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”方针，提高矿山的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制矿山生产中的危险、有害因素，降低矿山生产安全风险，预防事故发生，保护矿山企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

1.2 安全现状评价的依据

1.2.1 法律法规

（一）法律

（1）《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》，于 2021 年 9 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国矿山安全法》（华人民共和国主席令第 18 号，2009 年 8 月 27 日起实施）；

（3）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年 4 月 24 日通过，于 2015 年 1 月 1 日实施）；

（4）《中华人民共和国劳动法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修改，自 2018 年 12 月 29 日起施行）；

（5）《中华人民共和国职业病防治法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第四次修正，2018 年 12 月 29 日起实施）；

（6）《中华人民共和国矿产资源法》（第十一届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修正，2009 年 8 月 27 日起实施）；

（7）《中华人民共和国电力法》（2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议决定：对《中华人民共和国电力法》作出修改。）；

（8）《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令第六十九号，2007年08月30日发布，自2007年11月1日起施行）；

（9）《中华人民共和国消防法》2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》第二次修正）。

（二）行政法规

（1）《安全生产许可证条例》（《国务院关于修改部分行政法规的决定》已经2014年7月29日国务院第54次常务会议通过，现予公布，自公布之日起施行）；

（2）《国务院关于加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23号，中华人民共和国国务院，2010年07月19日施行）。

（3）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（矿安〔2022〕88号，2022年9月1日起施行）；

（4）《民用爆炸物品安全管理条例》（中华人民共和国国务院令第466号，2014年国务院令第653号修订，2014年07月29日施行）；

（5）《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令第493号，原国家安全生产监督总局77号令修订，2015年05月01日实施）；

（6）《生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令第708号，2019年04月01日起施行）；

（三）部门规章

（1）《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第36号，原国家安全生产监督总局77号令修订，2015年05月01日实施）；

（2）《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产监督管理总局令第30号，原国家安全生产监督管理总局令第80号令修订，2015年07月01日施行）；

（3）《金属非金属矿山建设项目安全设施目录（试行）》（原国家安全生产监督管理总局令第75号，2015年07月01日施行）。

（4）《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（原国家安全生产监督管理总局令第20号，原国家安全生产监督管理总局令第78号令修订，2015年07月01日施行）；

（5）《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第88号，2019年中华人民共和国应急管理部令第2号修改，2019年09月01日施行）。

（四）地方性法规

（1）《辽宁省安全生产条例》（2022年4月21日，辽宁省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过）。

（五）规范性文件

（1）《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（于2022年11月21日由财政部、应急部以财资〔2022〕136号印发）；

（2）《关于金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第一

批）的通知》（安监总管一〔2013〕101 号，2013 年 09 月 06 日施行）；

（3）《关于金属非金属矿山禁止使用的设备及工艺目录（第二批）的通知》（安监总管一〔2015〕13 号，2015 年 02 月 13 日施行）；

（4）《国家安全监管总局关于规范金属非金属矿山建设项目安全设施竣工验收工作的通知》（安监总管一〔2016〕14 号，2016 年 02 月 05 日施行）；

（5）《国家安全监管总局关于印发金属非金属矿山建设项目安全评价报告编写提纲的通知》（安监总管一〔2016〕49 号，2016 年 05 月 30 日施行）；

（6）《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》（已经国家矿山安全监察局 2022 年第 14 次局务会议审议通过，自 2022 年 9 月 1 日起施行）；

（7）《辽宁省安全生产监督管理局关于进一步规范非煤矿山安全生产行政许可管理工作的通知》（辽安监非煤〔2018〕29 号，2018 年 07 月 19 日施行）。

1.2.2 标准规范

（一）国家标准

- （1）《企业职工伤亡事故分类》（GB 6441-1986）。
- （2）《生产设备安全卫生设计总则》（GB 5083-1999）。
- （3）《矿山安全术语》（GB/T 15259-2008）。
- （4）《高处作业分级》（GB/T 3608-2008）。
- （5）《个体防护装备选用规范》（GB/T 1651-2008）。
- （6）《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）。

- (7) 《矿山安全标志》（GB 14161-2008）。
- (8) 《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）。
- (9) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB 4387-2008）。
- (10) 《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）。
- (11) 《国家电气设备安全技术规范》（GB 19517-2009）。
- (12) 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）。
- (13) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）。
- (14) 《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）。
- (15) 《冶金矿山采矿设计规范》（GB 50830-2013）。
- (16) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB 50053-2013）。
- (17) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T 50087-2013）。
- (18) 《爆破安全规程》（GB 6722-2014）。
- (19) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）。
- (20) 《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB 50011-2010）。
- (21) 《建筑设计防火规范》（2018 年版）（GB 50016-2014）。
- (22) 《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）。
- (23) 《矿山电力设计标准》（GB 50070-2020）。
- (24) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）。

（二）行业标准

- (1) 《厂矿道路设计规范》（GBJ 22-1987）。
- (2) 《中华人民共和国劳动部噪声作业分级》（LD 80-1995）。
- (3) 《安全评价通则》（AQ 8001-2007）。
- (4) 《安全验收评价导则》（AQ 8003-2007）。
- (5) 《矿用产品安全标志标识》（AQ 1043-2007）。

(6) 《固定式压力容器安全技术监察规程》(TSG21-2016)。

(7) 《个体防护装备配备规范 第1部分：总则》GB 39800.1-2020；

(8) 《个体防护装备配备规范 第4部分：非煤矿山》(GB 39800.4-2020)。

1.2.3 资料

(1)《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目初步设计》，智诚建科工程设计有限公司，2019年8月；

(2)《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目安全设施设计》，智诚建科工程设计有限公司，2019年8月；

(3)《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目设计变更》，智诚建科工程设计有限公司，2019年11月；

(4)《本溪市祥通石灰石有限公司(熔剂石灰岩矿)露天开采建设项目边坡隐患治理方案》，沈阳嘉纳工程技术有限公司，2021年12月；

(5)《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目露天采场边坡稳定性分析》沈阳嘉纳工程技术有限公司，2023年4月；

(5) 本溪市祥通石灰石有限公司提供的其他相关资料；

1.3 安全现状评价的范围

(1) 本次安全现状评价的范围包括：本溪市祥通石灰石有限公司露天开采的生产系统、辅助生产系统的安全设施以及安全生产管理。

（2）该矿山爆破器材的供给、运输均由民爆公司“一体化”服务，本次安全评价不包括爆破器材的购买、运输、贮存和清退，只评价采场爆破作业安全可靠性的。

（3）本次现状评价的平面范围与采矿许可证范围相同，垂直标高为 297m~160m，矿区范围拐点坐标详见表 1-1。由现场踏勘和实测图纸可知，目前矿区范围内生产区域最低标高为+180m，因此本次现状评价垂直标高为 297m~180m，现状评价平面范围拐点坐标详见表 1-2。

表 1-1 矿区范围拐点坐标表

拐点	2000 坐标值	
	X	Y
A	4575983.445	41577720.112
3	4575886.581	41577764.384
4	4575843.581	41577722.384
B	4575644.102	41577642.938
C	4575535.808	41577499.748
D	4575522.745	41577600.440
6	4575300.453	41577526.343
E	4575495.386	41577341.709
F	4575665.432	41577341.799
8	4575900.995	41577395.166
G	4575934.778	41577415.304
H	4575909.104	41577558.091
矿区面积：0.1561km²；开采深度：由 297m 至 160m		

表 1-2 评价范围拐点坐标表

拐点	2000 坐标值	
	X	Y

A	4575983.445	41577720.112
3	4575886.581	41577764.384
4	4575843.581	41577722.384
B	4575644.102	41577642.938
C	4575535.808	41577499.748
D	4575522.745	41577600.440
6	4575300.453	41577526.343
E	4575495.386	41577341.709
F	4575665.432	41577341.799
8	4575900.995	41577395.166
G	4575934.778	41577415.304
H	4575909.104	41577558.091
矿区面积：0.1561km ² ；评价标高：由 297m 至 180m		

1.4 安全现状评价的程序

本次安全评价的程序主要是：前期准备；危险、有害因素辨识与分析；划分评价单元，选择评价方法；进行定性、定量评价；提出相应安全对策措施；确定评价结论并提出建议；编制评价报告。具体的安全评价工作程序如图 1-1 所示。

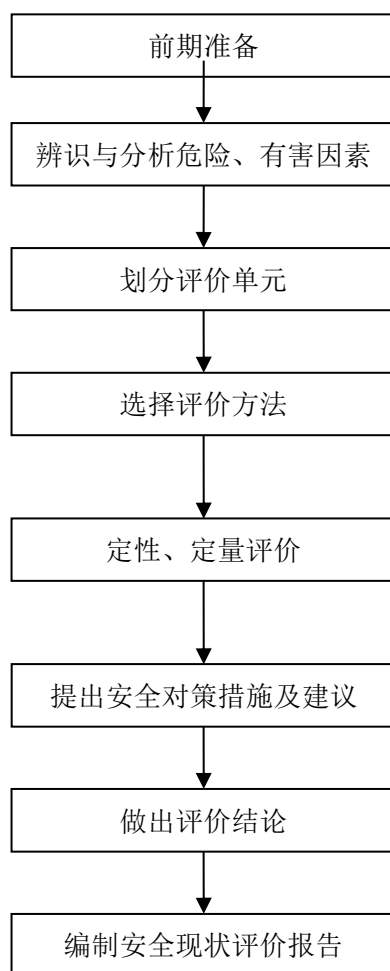


图 1-1 安全评价工作程序

2 企业基本情况

2.1 企业概况

本溪市祥通石灰石有限公司开采方式为露天开采，开采矿种为石灰岩，生产规模为冶金熔剂用石灰岩 45 万 t/年；建筑石料用石灰岩 10 万 m³/年。企业经济类型为有限责任公司，法定代表人李琛。

2019 年 7 月矿山委托智诚建科工程设计有限公司编制了《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目初步设计》及《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目安全设施设计》，并取得了设计批复。矿山于 2019 年 10 月委托智诚建科工程设计有限公司编制了《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目设计变更》。变更内容包括：根据《公路安全保护条例》规定乡道的公路用地外缘起向外 50m 范围内禁止进行采矿、采石、取土、爆破作业等危及公路的安全活动，所以矿区的西南侧露天终了边界调整至距离 522 乡道 51.4m；基建位置：原设计位于矿区南侧基建位置调整至距离 522 乡道 51.4m。原排土场位置受 522 乡道影响，调整至露天采场南侧。

2021 年 12 月，通过是本溪市明山区应急管理局安全检查发现该矿山矿界拐点 C-E 点南侧边坡已经超出《设计变更》确定的开采范围，现开采范围距离西侧 522 乡道仅约 10m。为保护 522 乡道周边来往居民、车辆、牲畜等人身和财产安全，根据《公路安全保护条例》、《设计变更》明确的开采范围以及相关法律法规，对矿山矿界拐点 C-E 点南侧形成的边坡进行隐患治理，委托沈阳嘉纳工程技术有限公司编制了《本溪市祥通石灰石有限公司（熔剂石灰岩矿）露天开采建设项目

边坡隐患治理方案》，边坡隐患治理区范围完全位于矿山采矿许可证范围内。边坡隐患治理区面积为 0.0308km²，边坡治理的相对高差为：297m 至 239m，由 4 个拐点圈定。

表 2-1 设计边坡隐患治理区范围拐点坐标表

序号	2000 坐标系	
	X	Y
C	4575535.808	41577499.748
D	4575522.745	41577600.440
6	4575300.453	41577526.343
E	4575495.386	41577341.709
治理高度：由 297m~239m 标高；治理区面积：0.0308km ² 。		

边坡隐患治理方案设计在治理区范围内，采用汽车-推土机工艺，采用覆盖式排放方式，在 280m 平台向 260m 下堆砌废石回填台阶，沿边坡一侧向另一侧，高达到 270m 高度。台阶高度考虑原始地形，回填废石后台阶高度为 7m、9m、14m。

2.2 自然条件

2.2.1 地理位置及交通

本溪市祥通石灰石有限公司矿区位于本溪市明山区牛心台大南沟村东南，行政区划隶属于大南沟村管辖。

矿区距本溪市中心北东方向 22km 处，距溪田线牛心台火车站 6km，距乡级公路 2km，有土路与乡级公路相连通，交通较方便，矿区中心地理坐标为：

东经：123° 55′ 32″ ，

北纬：41° 18′ 49″ 。

2.2.2 矿区自然条件

矿区属低山丘陵地貌，属辽东山区。矿区及附近地势西南高北东低，最高海拔标高 380m，最低海拔标高 160m，相对高差 180m。总体地势为南高北低，山坡坡度一般在 10~20° 之间。

本区属温带大陆季风气候，四季分明，温差变化较大，最高气温为 7、8 月份，最高达 35.6℃；最低气温为 1 月份，最低达-34.3℃。降雨多集中在 7-8 月份，年均降水量 800-1000mm 左右，最大日降水量 678mm。本区积雪从 11 月下旬至次年 4 月份，最大积雪深度 1.0m 左右。冻土期为 11 月份至次年 3 月份，历时近 5 个月，最大冻土深度为 1.3m。

矿区内多为山地，植被不发育，主要为人工林和灌木草丛，耕地面积较少，农业不甚发达，农作物主要以旱田玉米和蔬菜为主，劳动力充足。该地区工业比较发达，主要有啤酒厂、制药厂、水泥厂、化工厂、煤矿、粘土矿、石灰石矿及引资新建的钢圈厂等企业，地方和私营企业较多，水电资源充足，地区经济比较繁荣。为开发矿产资源提供了良好的外部条件。

该地区农业以粮食为主，主要有玉米和大豆。工业以开发矿业为主，石灰岩矿、硅石矿等。

2.3 地质概况

2.3.1 矿区地质

矿区大地构造位置处于中朝准地台、胶辽台隆、太子河-浑江台陷、辽阳-本溪凹陷的南侧。

（1）地层

矿区内出露地层主要为古生界奥陶系中统上马家沟组（O_{2s}）。

现将地层岩性叙述如下：

上马家沟组（O_{2s}）。岩性：下部为深灰色中厚层灰岩，夹白云质灰岩，燧石结核灰岩、花纹状灰岩及 2—3 层不稳定的角砾状灰岩；上部为深灰、灰色中厚层、厚层灰岩或白云质灰岩，夹黄、灰色薄层灰岩和白云质灰岩、豹皮状灰岩、花纹状灰岩。厚度 280.4～558m。

（2）构造

该矿区内构造简单，地层为向北倾斜的单斜构造，岩层产状平缓，倾向 339°～10° 左右，倾角一般 7°～10° 左右。

（3）岩浆岩

矿区及附近无岩浆岩侵入，变质作用不发育。

2.3.2 矿床地质

（1）矿体地质特征

该矿床类型属碳酸盐沉积矿床。含矿层位为奥陶系中统上马家沟组（O_{2s}）地层灰岩。矿体呈层状产出，倾角较缓，出露规模较大，总体走向近东西，倾向北，矿体形态、产状变化不大。

矿区内黑色冶金熔剂用石灰岩三条，即 L1、L2 和 L3 矿体，其余石灰岩均为建筑石料用石灰岩，即 J1 矿体。黑色冶金熔剂用石灰岩矿体和建筑石料用石灰岩主要由豹皮状灰岩、花纹状灰岩组成。矿体呈层状分布，单层厚 1—2m，少数 0.5m。矿体均为单斜构造，产状与地层产状一致，倾向 339°～10° 左右，倾角 7°～10° 左右。

矿体厚度沿倾向、走向均变化不大。矿体顶、底板为灰-暗灰色豹皮状、花纹状石灰岩，与矿体岩性一致。

(2) 矿石质量

该矿床矿石主要成分为灰-暗灰色豹皮状、花纹状石灰岩。微粒结构，花纹状构造。矿石矿物成分主要为方解石，一般含量在 85~90%，其次为白云石占 10%。其矿石主要成份为 CaO、MgO、SiO₂ 等。有害成分 S、P 等为微量。

根据核实报告该矿区内共有两种石灰岩，黑色冶金熔剂用石灰岩和建筑石料用石灰岩。黑色冶金熔剂用石灰岩，矿石主要成份平均含量：CaO 为 53.03%、MgO 为 1.43%、SiO₂ 为 1.39%、Fe₂O₃ 为 0.19%、S 为 0.005%、P 为 0.003%。矿区有害杂质均不超标，为冶金熔剂用石灰岩较好原料。建筑石料用石灰岩，物理力学测试结果为：抗压强度 64.59 Mpa。测试结果表明，该石灰岩质量较好，可用于建筑用毛石和铺路用石料。

2.3.3 水文地质概况

该矿山地处丘陵区，矿区内无河流及较大型沟谷，地势较高，矿体储量估算最低标高 160 米，当地最低侵蚀基准面标高为 160m，矿体储量估算最低标高与当地侵蚀基准面标高一致。根据现场调查，矿区内地下水埋藏较深，没有大的地表水体通过，矿层及顶底板围岩都是隔水层，基本不含水，矿区高处虽有较大的汇水面积，但由于是顺山坡露天开采，自然排水条件好，对采矿没有大的影响。

水文地质条件属简单类型。

2.3.4 工程地质概况

矿床的围岩及矿体均为硬质岩石，未发现明显软弱层。岩石较为完整，除沟谷有松散的第四系堆积外，岩石坚固，稳定性较好。经现场踏勘和调查，工作区内未发现断裂构造，岩性均匀性较好，未发现影响场地稳定性的不良地质作用，工程地质条件良好。但矿山开采爆破对矿体围岩稳定性会遭受破坏，易发生崩塌灾害，应采取必要的防治措施，防止意外突发事故发生。今后开采过程中注意对边坡的防护和清理，严格按开发利用方案设计要求施工。

总体来看，本矿山工程地质类型为中等类型，大部分区段岩体稳定性较好，矿山施工只须注意局部维护即可。

2.3.5 环境地质概况

矿山地处边远山区，无公共设施和居民地，矿区内植被不算发育，采矿对林地的破坏性较小。矿体裸露地表废石量较少，只有少量地表土排放，对环境的影响较小。露天采矿场积水主要为大气降水，平时无水，只有在汛期有水，采场排出的污水，设置沉淀池沉淀后排放，对环境污染危害较小。但矿山爆破产生噪声粉尘和运输等作业对环境有一定的影响，根据本地区特点，对周边环境污染程度不大。

矿山在今后开采过程中，要注意保护周围环境，尽量减少对地表植被的破坏，同时要做好废石堆放和水土保持工作，在可能的情况下，在开采结束的部位应有计划地复垦和绿化。应严格按照环境保护与综合治理方案标准实施。环境地质条件总体来看良好。

环境地质条件属简单类型。

2.4 企业生产能力与工作制度

本溪市祥通石灰石有限公司露天开采设计生产能力为冶金熔剂用石灰岩 $45 \times 10^4 \text{t/a}$ ，建筑石料用石灰岩 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，服务年限为 52a。

本溪市祥通石灰石有限公司采用间断工作制，年工作天数 300 天，每天 1 班，每班工作 8 小时。

2.5 周边环境

矿区东侧为本溪市明山区牛心台泉眼石灰石矿，矿山与本溪市明山区牛心台泉眼石灰石矿矿区边界最近距离为 20m。矿区东北侧边界附近有两座自家矿石加工窑，东侧有本溪市明山区牛心台泉眼石灰石矿建筑物，距建筑物 200m 范围内禁止开采。为确保爆破作业不会对邻近矿山建筑物造成影响，设计根据两者相对位置和爆破警戒范围进行了设计，设置了停采线，使得对方建筑物未位于爆破警戒范围之内；爆破前，与本溪市明山区牛心台泉眼石灰石矿人员沟通，统一安排人员进行撤离，同时相邻双方矿山签订了互救协议。

矿区内国网本溪供电公司溪湖区 10 千伏牛街线小南分支 #105-#112 进行迁改，目前已迁改完毕。

矿区内的临时办公室仅供非爆破作业期间的临时使用，并且矿山开采后期进行拆除。

除此之外，矿山周边 500m 范围内无居民区、学校、医院、文胜古迹及其他需保护的重要建构筑物。

2.6 矿山设计概况

2.6.1 初步设计概况

设计单位智诚建科工程设计有限公司于 2019 年 8 月出具了《初步设计》、《安全设施设计》及相关图纸。

设计矿山采场生产规模为冶金熔剂用石灰岩 45 万 t/年；建筑石料用石灰岩 10 万 m³/年。矿山采用间断工作制，年工作 300 天，每天工作 1 班，每班工作 8 小时。

设计圈定露天开采终了平面图，185m 以上为山坡露天开采，185m 以下为凹陷开采，设计采用汽车开拓运输方式。设计自上而下逐层分阶段进行开采，阶段高度 10m，阶段坡面角 65°，最小工作平台宽度 30m，爆破下来的矿石采用挖掘机装入载重汽车运往矿石堆场，废石运至废石场。

矿山采用单台阶开采，由高至低逐个生产台阶开采。各生产台阶均沿地形等高线开单壁沟，形成采矿作业面后，水平推进至境界。

矿山利用 KQ-100 潜孔钻机钻孔、乳化炸药爆破、非电导爆管起爆，设计炮孔深度 11.9m，直径 100mm，炮孔间排距 4.5m×4m。

采用反铲挖掘机采装采场崩落的矿岩（爆堆），运输设备与挖掘机在同一水平上装车，铲装工作平台最小宽度 30m，爆堆直接可以挖掘。

设计铲装作业采用现有 4 台 1m³ 液压挖掘机，配备现有 ZL-50 型轮式前装机 1 台，120 型推土机 1 台，负责采场的辅助作业。

设计利用矿山液压油铲改装配备破碎器破碎大块与根底。

设计选用 12 台 20t 自卸汽车运输矿石,1 台 20t 自卸汽车运输废石,可以满足矿山的运输能力。

矿山使用 120 型推土机 1 台进行表土剥离工作。为防止运输道路尘土飞扬,污染周围环境,设计选用 5t 洒水车 1 台,进行洒水除尘。

矿山采场坡顶、公路上部设截(排)水沟。排水沟为梯形断面,上口宽 1.4m,下口宽 0.8m,高 0.6m,断面为 0.66m²。露天采场排水采用坑底集中排水方式,在采坑底设积水坑,蓄水容积为 240m³,一段直排封闭圈外,排水高度 25m。选用 6699×3 型潜水泵 3 台,流量为 30m³/h,扬程为 54m,功率为 9.2kW。正常汇水量时 1 台工作,1 台备用,1 台检修;暴雨时 3 台水泵全部开动。设计选择 2 条无缝钢管 φ89×3.5mm,1 条工作,1 条检修,暴雨时 2 条同时工作。

矿山露天开采,297m~185m 为山坡露天矿,采场内汇水可依地形自流排出;185m~160m 水平,露天坑底设置排水设施。封闭圈内的涌水通过固定泵站排到露天采场外。

设计露天开采境界参数如表 2-2 所示。

表 2-2 露天采场参数表

序号	项 目 名 称	单位	采场参数
1	采场上部尺寸:长×宽	m	540×250
2	采场底部尺寸:长×宽	m	256×116
3	采场最高标高	m	297
4	采场底部标高	m	160
5	采场深度	m	137
6	台阶高度	m	10

7	台阶坡面角	度	65
8	安全平台宽度	m	4
9	清扫平台宽度	m	6
10	运输平台	m	8
11	最小工作平盘宽度	m	30
12	采场最终边坡角	度	48-50
13	封闭圈	m	185

2.6.2 设计变更概况

在该建设项目实施基建过程中，经实地准确踏勘，确定 522 乡道在临近采矿许可证 e 点附近，会对建设项目产生影响。

鉴于上述情况，建设单位委托设计单位出具设计变更，主要针对 522 乡道的影响进行方案设计。

《设计变更》内容包括：根据《公路安全保护条例》规定乡道的公路用地外缘起向外 50m 范围内禁止进行采矿、采石、取土、爆破作业等危及公路的安全活动，所以矿区的西南侧露天终了边界调整至距离 522 乡道 51.4m；基建位置：原设计位于矿区南侧基建位置调整至距离 522 乡道 51.4m。原排土场位置受 522 乡道影响，调整至露天采场南侧。

设计单位智诚建科工程设计有限公司于 2019 年 11 月出具了《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目设计变更》及相关图纸。

2.6.3 隐患治理方案概况

2021 年 12 月，通过本溪市明山区应急管理局安全检查发现该矿山矿界拐点 C-E 点南侧边坡已经超出《设计变更》确定的开采范围，

现开采范围距离西侧 522 乡道仅约 10m。为保护 522 乡道周边来往居民、车辆、牲畜等人身和财产安全，根据《公路安全保护条例》、《设计变更》明确的开采范围以及相关法律法规，对矿山矿界拐点 C-E 点南侧形成的边坡进行隐患治理，委托沈阳嘉纳工程技术有限公司编制了《本溪市祥通石灰石有限公司（熔剂石灰岩矿）露天开采建设项目边坡隐患治理方案》，边坡隐患治理区范围完全位于矿山采矿许可证范围内。边坡隐患治理区面积为 0.0308km²，边坡治理的相对高差为：297m 至 239m，由 4 个拐点圈定。

边坡隐患治理方案设计在治理区范围内，采用汽车-推土机工艺，采用覆盖式排放方式，在 280m 平台向 260m 下堆砌废石回填台阶，沿边坡一侧向另一侧，高达到 270m 高度。台阶高度考虑原始地形，回填废石后台阶高度为 7m、9m、14m。

2.7 矿山开采现状

2.7.1 矿床开拓及运输道路

（1）矿床开拓

本溪市祥通石灰石有限公司采用公路开拓-汽车运输方式。采用自卸汽车运输，将开采的矿石直接运送至矿石堆场，废石运至废石场排弃。

（2）运输道路

本溪市祥通石灰石有限公司现为山坡露天开采，露天采场东北侧布置主运输道路通往采场工作平台。主运输道路等级Ⅲ级，路面宽度 5m，局部错车道宽 8m，最大道路纵向限制坡度为 8%，最小曲线

半径为 15m，缓和坡段长度 60m，主运输道路情况见图 2-1。矿区内固定道路为土质路面，局部铺设有碎石。运输道路外侧设置了安全车挡。在运输道路陡坡处、急转弯处及支线处设置了醒目的警示标志和指示标志。



图 2-1 主运输道路

2.7.2 开采现状

本溪市祥通石灰石有限公司露天采场顶部标高+297m，位于矿区范围西南侧、边坡隐患治理区内，底部标高约为+190m，位于矿区范围东北侧；露天采场上部尺寸为南北长约 650m，东西宽约 280m。

该露天采场采用自上向下分台阶开采，目前西北侧台阶已经靠帮（见图 2-2），形成了 3 级台阶，目前三级台阶标高分别约为+260m、+245m 和+230m，台阶顶面留设了约 4m 宽度的安全平台，坡面角约为 65° ，为靠帮并段台阶。



图 2-2 西北侧边坡

西南侧边坡地形较高，在矿区境界靠帮处（见图 2-3）形成 3 个台阶，标高分别约为+280m、+267m 和+247m，台阶高度 13~20m，台阶坡面角约 63° ，为靠帮并段台阶。在西南侧边坡的南面，是《边坡隐患治理》划定的治理区域，根据现场踏勘情况可知，建设单位已经按照隐患治理要求对该区域的局部高陡边坡进行了治理，采用汽车-推土机工艺，采用覆盖式排放方式，在 280m 平台向 260m 下堆砌废石回填台阶，沿边坡一侧向另一侧，并对治理后的区域采取了植被恢复措施，评价组认为，建设单位按照《隐患治理方案》的要求对该区域进行处理，治理效果能够满足治理方案的相关要求。

现开采区域依然按照原设计及《设计变更》设计的开采范围和参数进行回采。矿区中东部为目前主要生产区（见图 2-4）形成 2 个台阶，台阶高 10m，作业平台宽约 30m，台阶坡面角为 65° 。



图 2-3 西南侧边坡

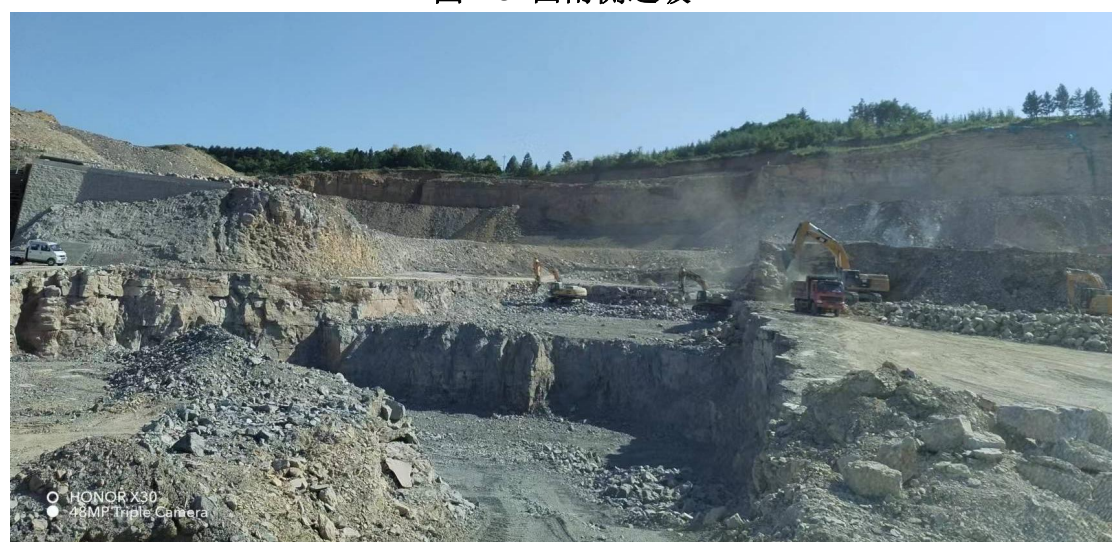


图 2-4 中东部生产区

2.7.3 穿孔（含供压气）爆破

本溪市祥通石灰石有限公司露天采场采用中深孔爆破工艺。采用 KQ-100 型潜孔钻进行穿孔作业，移动式空压机提供动力气源，使用矿用乳化炸药，数码电子雷管起爆管起爆，爆破委托专业爆破公司进行“一体化”服务，矿山不设置火药库。爆破方式为松动爆破，非裸露爆破，确定的安全警戒距离 300m。

二次破碎采用挖掘机铲斗换液压锤的方式进行破碎。

在用的 1 台 XRHS836 型空压机经阜新衡天矿山设备安全检测有

限责任公司进行了检测，并出具了检测报告，结论合格。

2.7.4 采装与运输

本溪市祥通石灰石有限公司露天采场作业面爆破的矿岩，由挖掘机和前装机装车，20t 自卸汽车通过采场运输道路运出采场对外销售。

露天采场共配备有 5 台挖掘机，5 台前装机，12 辆自卸汽车。露天采场配备了 1 辆 10t 洒水车，用于露天采场爆堆消尘及降低运输道路扬尘。

2.7.5 供电与通讯

矿山供电电源引自附近 10kV 变电所，经架空线路接入本矿区室内变电所，变电所设在工业场地内。

矿山主要采掘设备和空压机动力均为柴油机，目前矿山尚未进入深凹露天开采，无需机械排水，尚未设置水泵；矿山工作制度为每天一班，白班作业，无需采场照明，采场内无一级负荷设备。

矿山内部和外部通讯采用中国电信固定电话及无线通电系统，矿区内通讯信号良好，能够满足矿山通讯的需要。

2.7.6 防排水与防灭火

采场水的来源主要是大气降水和地下岩层涌水。设计+185m 为封闭圈，+185m 以上为山坡露天矿，采用自流排水；+185m 标高以下为深凹露天矿，采用机械排水。现状条件下，采场最低标高为+190m，高于封闭圈标高，露天采场为山坡露天矿，采场内汇水可依地形自流

排出。

考虑到目前采场内最低标高已经接近封闭圈，矿山即将进入深凹露天开采阶段，评价组建议建设单位，在矿山正式进入深凹露天开采之后，应严格按照初步设计要求，购买配备设计选用的机械排水设备与排水管线，并按照设计进行布置。同时建设单位应设置防排水机构。

设计矿山采场坡顶、公路上部设截（排）水沟，评价组现场未见排水沟工程。

采场内的挖掘机、铲车及自卸汽车等大型设备均配置了灭火器。

2.7.7 排土

该露天矿山排土场位于露天采场南侧，排土时由铲车配合排土，排土场平台平整，排土线整体均衡推进，坡顶线呈弧形，排土工作面向坡顶线方向设有 3%~5%的反坡。在爆破期间排土场不进行任何作业。

2.7.8 爆破器材

该露天矿山爆破作业由当地有资质的民爆公司进行“一体化”服务，每次爆破器材按需领取，民爆公司运送车辆在矿山等候，爆破后如有剩余，由民爆公司负责收回，因此矿山不设置爆破器材库。

2.7.9 主要设备

该露天矿山主要设备见表 2-3。

表 2-3 主要设备表

序号	设备名称	规格及型号	单位	数量
1	潜孔钻机	KQ-100 型	台	1
2	空压机	XRHS836	台	1
3	自卸汽车	20t	辆	12
3	挖掘机	—	台	5
4	前装机	—	台	5
5	洒水车	10t	辆	1

2.7.10 安全生产管理

(1) 证照、资质、相关材料

本溪市祥通石灰石有限公司露天采场有辽宁省应急管理厅颁发的《安全生产许可证》（安全许可证编号：（辽）FM 安许证字[2020]XE041001L）；辽宁省国土资源厅核发的《采矿许可证》（采矿许可证号：C2105002009067120022581）；本溪市工商行政管理局核发的《营业执照》（统一社会信用代码：91210504MA0UBNLU6M）。

主要负责人持有经本溪市应急管理局培训，考核合格后取得有主要负责人安全生产管理资格证书，并在有效期内；专职安全生产管理人员经本溪市应急管理局培训，取得有企业安全生产管理人员安全资格证书，且在有效期内；特种作业人员相关操作证齐全，并在有效期内。

(2) 安全生产管理机构及各种记录

本溪市祥通石灰石有限公司成立了安全生产委员会，统一负责全矿安全生产工作。本溪市祥通石灰石有限公司有安全会议、安全事故追查、隐患整改等相应的记录。

（3）安全生产责任制、管理制度和操作规程

本溪市祥通石灰石有限公司制定了各级安全生产责任制、各岗位安全生产操作规程，企业制定有安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度、防火管理制度等规章制度等。

（4）劳动合同、工伤保险及安全投入

本溪市祥通石灰石有限公司与职工签订了劳动合同，为职工办理了足额的保险；根据《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号），按规定提取了安全技术措施专项经费；向职工发放了符合国家标准的劳动保护用品，并能监督工人正确使用。

（5）应急救援预案、应急救援组织

本溪市祥通石灰石有限公司编制了生产安全事故综合应急救援预案，其中包括矿山应急指挥系统、应急救援指挥成员、应急信息系统、应急抢救原则，内容较全面，建立了应急救援组织。

本溪市祥通石灰石有限公司与邻近的矿山互相签订了矿山救护协议。

3 主要危险、有害因素辨识及分析

矿山生产过程中，存在着许多可能导致人员伤亡、财产损失事故的不安全因素——危险、有害因素，即矿山危险源。矿山危险源的主要特征是，具有较大的能量，一旦导致事故，往往造成严重伤害与损失；同一作业场所可能有多种危险源存在，而对这些危险源的识别和控制又都比较困难。

在已基本上掌握露天开采矿山通常存在的危险源并不断探索的基础上，依据该矿山实际情况，对本溪市祥通石灰石有限公司存在的主要危险、有害因素进行辨识。

3.1 主要危险因素辨识及分析

3.1.1 滑坡与坍塌

斜坡上不稳定的岩（土）体在重力作用下沿一定滑动面（或滑动带）整体向下滑动的物理地质现象，称为滑坡。在露天开采工程中，滑坡往往造成严重危害。

由于边坡过陡、其岩土内含水量较大、岩石风化，以及岩层构造、爆破震动等原因导致坍（塌）方的物理地质现象，称为坍塌。在露天开采过程中，坍塌也往往造成严重危害。

该矿区内地质构造条件较好，如在矿山生产过程中，遇到断裂构造位置，炮孔布置不合理、装药量较大等因素影响，在爆破作业后，采场边坡的稳定性受到破坏，很容易产生滑落，大面积的岩体滑落即滑坡不仅会造成人员伤亡，而且对露天采场及系统的破坏也是严重的。此外，露天采场在爆破作业过程中产生的爆破振动和冲击波会破

坏采场边坡的稳定性，在暴雨天气经过雨水的冲刷容易引发边坡滑坡和坍塌危害。

在实施露天开采的过程中，随着剥岩及落矿的进行，露天边坡的形态不断发生变化，局部高陡处有发生岩（矿）体坍塌（崩坍）的可能。在边坡倾向与岩体结构面倾向一致的部位和断裂交汇且破碎的部位，发生滑坡与坍塌的几率将大大增加。

露天采场滑坡形式主要有平面滑坡、楔形滑坡、圆弧滑坡、倾倒滑坡以及由上述两种或两种以上形式组合而成的复合滑坡。发生滑坡事故的原因主要有以下几个方面：

（1）开采单元的划分及露天采场构成要素不合理。如，未划分阶段（台阶），采场阶段（台阶）太高、坡面角过大，采场边帮坡面角（边坡角）过大等，都容易发生滑坡。

（2）地质情况变化大，条件不好。如在矿体中有小断层、裂隙、溶洞、软岩、泥夹层、破碎带、裂隙水等，都容易引起塌落、片帮、采场局部塌陷。对此，在开采中要特别注意。

（3）开采时，掏底部放上部。与此相应，造成危岩，直接破坏了采场边坡岩体的稳定性，导致滑坡。

该矿生产过程中可能发生滑坡与坍塌的地点主要为露天采场边坡和排土场。该矿现露天采场边坡条件较好，边坡角控制在 65° 左右，岩石稳固完整，建设单位对靠近露天境界的原有高陡边坡进行了压坡处理，降低了台阶的高度和整体边坡角，现状条件下露天采场发生滑坡与坍塌危险可能性较小。但随着开采的进行，边坡不断变化，

有发生滑坡与坍塌的可能，对此企业应严格按照设计实施。

3.1.2 爆破伤害

该矿实施过程中，使用矿用乳化炸药进行中深孔爆破矿岩，采用多排孔微差爆破，起爆网路采用数码电子雷管起爆系统。爆破器材的使用过程中存在较大的危险，还存在意外爆炸的危险。

（1）爆破器材的使用过程中存在的危险

1) 爆破时产生的空气冲击波直接对人员造成伤害。造成此类事故发生的主要原因是爆破警戒不当和起爆信号发生错误。

在该露天采场内实施露天爆破时，如爆破警戒范围确定有误、警示标志不明显、执行警戒任务的人员未按指令到达指定地点并坚守工作岗位；或由于其它突然因素，导致爆破警戒范围内有人员没有撤离而进行了起爆；预警信号、起爆信号有误，不具备安全起爆条件时发出起爆信号等，将导致爆破作业产生的伤亡范围内，意外出现人员，则爆破冲击波将导致人员伤亡，后果严重。

2) 爆破产生的个别飞散物击中人体造成伤害。爆破警戒范围确定有误或起爆信号发生错误，可能导致爆破飞石影响范围内出现人员，从而造成爆破作业产生的个别飞散物击中人体。

（2）爆破器材意外爆炸引发的危险

该矿在爆破器材运输途中，如不注意防护，炸药、雷管（主要是雷管）受到冲击、震动或摩擦等外力作用，可能引起意外爆炸。

如违章操作、管理，对爆破器材产生了冲击、摩擦或挤压等，可能导致其意外爆炸（如穿孔时打残孔使残留的雷管、炸药爆炸）；

热能（如明火、吸烟或过热物体等热源可能引爆雷管）也可能导致爆破器材意外爆炸；该露天采场所处地势较高，易形成天空对地放电路径，如雷雨天气进行爆破作业，有雷电引爆爆破器材的可能。

爆破器材一旦发生爆炸，将对周边人员（主要是作业人员）的安全构成极大威胁；如爆破器材在储存、运输环节中发生意外爆炸，则同时严重威胁公共安全。二者后果均极其严重。

3.1.3 高处坠落与物体打击

该矿露天采场台阶（台阶高度 7~10m）高度大于 2m，高差较大，作业人员与作业场所内的物体都具有较大的势能。当人员具有的势能释放时，可能发生坠落或跌落事故；当物体具有的势能转变为动能时，可能击中人体，发生物体打击事故并造成设备损坏。

露天采场在采剥过程中，由于管理不善，形成“伞檐”或边坡浮石及上段工作平台碎石清扫不净，受到采装、运输等某种震动，很可能发生滚石滑落，对下部平台作业人员的危害是严重的。造成滚石的主要原因有：

处理浮石、“伞檐”不及时。这是矿山存在滚石伤人的隐患。

处理浮石操作方法不当。由于处理浮石操作不当所引起的滚石事故，大多数是因处理前缺乏全面、细致的检查，没有掌握浮石情况而造成的。

在处理浮石时，操作工人的技术不熟练，站立位置不当，当浮石落下时无法躲避将造成事故。

随着生产的不断进行，露天采场边坡发生变化，若设置的安全

平台宽度不足，或安全平台上面的浮石未及时清除，存在发生滚石伤人的可能。

3.1.4 车辆伤害

该矿采用汽车运输方式运输矿岩。露天采场内外有大量车辆运行，可能发生车辆伤害。

该矿的露天采场内公路运输线路较复杂，若日常运输管理不善（如、行人与汽车抢道等），或由于恶劣天气、司机违章操作等原因，可能导致车辆伤害事故。

该矿矿岩运输使用 20t 级自卸汽车，另外，还使用洒水车、生产指挥车等，大量使用运输车辆，若道路（或其局部）不符合要求：坡度过大、转弯半径过小、路宽不够、路面不平、运输交叉路口信号调配失误、恶劣天气能见度在 5m 以内、路面缺乏维护保养、暴风雪及暴雨等恶劣天气、疲劳驾驶、酒后开车、运输车辆带病作业、制动失灵等，易发生意外事故，主要表现为车辆挤人、压人、撞车（包括车与车相撞、车与山体相撞）或撞人、车辆倾覆等。

3.1.5 机械伤害

该矿采用潜孔钻机穿孔，采用挖掘机装载。这几种设备在运行时，操作人员在驾驶室内对地视线受到影响，若有人员处在设备移动范围内，就容易发生碰撞和碾压事故。

此外，该矿使用的潜孔钻机、空压机、挖掘机等设备，在运行时，设备都具有较大的能量，存在人员被运行的机械伤害的危险。

造成机械伤害的主要原因如下：

(1) 作业人员违反安全操作规程或者是某些失误而造成不安全的行为，以及没有穿戴防护用品而得不到良好的保护。

(2) 检修人员正在检修机器或者刚检修好尚未离开，因他人误开动而被机器伤害。

(3) 在机器运转时进行检查、保养或做其它工作，因误入某些危险区域和部位造成伤害。

(4) 防护用品没有穿戴好，衣角、袖口、头发等被转动的机械卷入。

(5) 操作方法不当或不慎造成事故。

(6) 机械的传动部分如齿轮、联轴器等没有防护罩而轧伤人员，或传动部件的螺丝松脱飞出伤人。

(7) 机械某些零部件受损伤，突然断裂伤人。

(8) 设备超载运行造成断裂等事故。

(9) 缺乏必要的安全保险装置，或其失灵而不能起到应有的作用。

3.1.6 触电与雷击

该矿目前为山坡露天矿，尚未使用水泵机械排水，采场作业为白班生产，采场内无需照明设施，采场内生产设备均为柴油动力，因此采场内暂无用电设备，暂不涉及触电伤害。

矿山位于山区，作业场所标高较高，潜孔钻机等设备的高度较大，若遇雷雨天气，可能发生雷击事故，造成人员伤害，设备损坏。

3.1.7 火灾（爆炸）

该矿使用大量的运输车辆，与之相应，必将使用大量油类。所选用的运矿（岩）汽车均消耗柴油，若油库日常管理不善，或加油车在运输途中及加油过程中出现意外，则可能导致火灾乃至爆炸事故的发生。

3.1.8 水灾

该项目目前为山坡露天开采，采用自流排水，发生水灾的可能性较小。

3.1.9 泥石流

该矿可能发生泥石流的地点主要有露天采场边坡及排土场。如边坡的坡面不设置截水、排水设施，在雨季雨水将直接冲刷边坡的坡面，久之形成冲沟，进而导致大量雨水从冲沟倾泻而下，并夹带大量泥土，形成泥石流。因此，在雨季应对大气降水进行防范。

3.1.10 压力容器爆炸

该矿使用移动式空气压缩机供风，压风设备存在如下风险：

（1）储气罐缺陷：造成空压机储气罐爆炸的根本原因是储气罐内风压超过储气罐的承载强度。若储气罐局部存在缺陷，如壁厚不均匀、存在气孔和裂纹、材质差、锈蚀严重等，则储气罐强度已达不到标准的要求。尽管储气罐仍在额定压力下工作，但会发生爆炸。

（2）储气罐超压：储气罐内气体压力是由空压机的压力调节器和储气罐的安全阀来确定的。一旦二者出现故障，如压力调节器操作

失灵出现故障、安全阀失灵，储气罐内气体压力急剧上升，超过储气罐的强度极限时，会发生爆炸。

（3）积炭燃烧：空压机的气缸、排气管、阀门、储气罐，伴随气流的润滑油，在热空气的作用下氧化而形成碳化物，这种碳化物逐渐增多就成为积炭，具有易燃性。它是由碳氢化合物及杂质(金属粉末、碳渣、灰尘) 组成。积炭附在金属表面和风阀上，温度升高到一定程度就可能引起燃烧；在运转过程中，机械的撞击或压缩空气中固体微粒通过气缸、储气罐、风阀和管道等处时，会因摩擦放电而产生火花，引起沉积在这些部位的积炭燃烧爆炸。积炭的形成除了与油的质量不好、不定期清扫有关外，还与给油量过度、空气过滤不好及排气温度过高有关，此外，当润滑油泵停止供油时，会造成空压机温度骤然升高，导致空压机爆炸。

3.2 主要有害因素辨识及分析

3.2.1 尘毒

（1）粉尘

该矿生产过程中穿孔、爆破、采装、破碎、运输等作业，都产生大量的粉（矿）尘。另外还有运输道路上的扬尘、大风干燥天气采场和排土场的扬尘。

1) 穿孔产尘

在用钻机穿孔时，产生较大的粉尘，在大风、干燥天气尤为严重。

2) 爆破产尘

露天矿爆破时，能产生大量粉尘。爆破后的粉尘极易随风扩散，大范围地污染周围环境。

3) 采装产尘

在采装作业时，将产生大量粉尘，尤其是使用挖掘机向运输汽车内装载矿（岩）时。

4) 汽车(胶带)运输（转载）产尘

由于该矿使用的车辆很多（且多为大型载重车辆），行车公路上将经常沉积大量粉尘，在大风干燥天气下车辆运行时，导致尘土弥漫，空气中每立方米的粉尘量可能高达几十甚至几百毫克。运输车辆在行使过程中，产尘量的大小与路面种类、路面上积尘多少、空气干湿、有无雨雪以及汽车行驶速度等因素有关。

粉（矿）尘对人的主要危害是能引起尘肺病。尘肺病是由于长期大量吸入微细矿尘而引起的一种慢性职业病。尘肺病是矿工的主要职业病，发病率高，对身体影响大，迄今尚无根治的方法。

（2）有毒有害气体

该矿生产过程中有毒有害气体主要来源于燃油设备排放的尾气和爆破作业。使用的自卸汽车、挖掘机等为大功率燃油设备，将产生大量的尾气，若尾气净化不力，大量的有毒有害气体将滞留在露天采场内。有毒有害气体对工作环境将造成污染，危害人体健康。

综上所述，建设单要采取措施控制汽车尾气，建议使用机械通风，防止中毒窒息事故的发生。

3.2.2 噪声

(1) 噪声来源及分类

该矿开采过程中穿孔作业、爆破作业、破碎作业（采场二次破碎作业）、装卸矿岩作业、敲打作业等都产生噪声。

(2) 噪声的危害

噪声对人的听觉、神经系统、心血管系统、消化系统、内分泌系统、视觉、感知觉水平、反应时间等都有很大的影响，它能损伤人的听力，使人患心脏病。同时对人的情绪影响也特别大，如使人烦躁不安、注意力分散等。噪声越大，引起烦恼的可能性越大，从而使受影响的作业人员产生侵犯性、多疑性、易怒性和厌倦感。

噪声不但影响人脑正常接受信息，而且会影响人的睡眠，从而导致人的健康状况下降。此外，噪声还恶化了作业环境，会影响人机操作。

3.2.3 酷暑（高温）

在盛夏酷暑季节，露天采场环境温度较高，加之劳动强度大，作业人员易发生眩晕、中暑等症状。

3.2.4 严寒（低温）

在严冬，矿区气温很低，作业人员于寒冷的环境中进行露天采剥作业，如果劳动防护不好，容易冻伤手脚，轻则红肿疼痛、重则可能造成终身残疾。

恶劣的低温环境以及冰雪天气导致路面结冰、积雪，使路况严重恶化，车辆在运行过程中发生打滑、高处坠落的几率增加，给运输

安全带来了隐患。

低温可能冻裂排水、供水管路，使供水、排水系统瘫痪，进而可能导致意外的发生。

3.3 重大事故隐患辨识

依据国家矿山安全监察局《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》矿安[2022]88号，该矿山不存在重大事故隐患。

4 评价单元划分与评价方法选择

4.1 评价单元划分

评价单元就是在危险、有害因素分析的基础上，根据评价目标和方法的需要，将系统分成有限、确定范围进行评价的单元。划分评价单元的目的在于便于现状评价工作的有序进行，并有利于提高现状评价工作的准确性。

根据危险、有害因素识别与分析和评价单元划分原则，结合该采区的生产工艺特点，将该矿划分为安全生产管理、采场构成及采剥作业、采装与运输、防火及防排水、排土场、警示标志及照明、重大生产安全事故隐患判定 7 个评价单元。

4.2 评价方法选择及所用的评价方法简介

本次安全现状评价主要采用安全检查表法、专家评议法。

4.2.1 安全检查表法

安全检查表法是定性的安全评价方法。其检查目的明确，内容具体，易于实现安全要求。对检查对象进行详细调查研究和全面分析的过程，也是对系统危险、有害因素辨识、评价的过程，既能准确地发现问题，也可避免检查过程中的走过场和盲目性，从而提高安全检查工作的效果和质量。

4.2.2 专家评议法

露天矿的边坡的稳定性及爆破飞石距离计算是涉及露天采场安全的重要因素。因此，本次评价依据相应设计规范的要求，采用定量

计算方式对边坡的稳定性及爆破飞石距离计算进行校核。从而对露天采场的边坡的稳定性及爆破飞石距离做出分析和评价。

5 定性、定量评价

根据国家的相关法律及国家与辽宁省的相关法规、文件、标准和规范，制定出安全检查表，将该矿划分为安全生产管理、采场构成及采剥作业、采装与运输、防火及防排水、排土场、警示标志及照明、重大生产安全事故隐患判定 7 个评价单元进行评价。

5.1 安全生产管理单元

5.1.1 安全检查表法

采用安全检查表法对安全生产管理单元进行评价，详见表 5-1。

表 5-1 安全生产管理单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查方法	事实记录	结论
1	有具有资质的设计单位设计的开采设计和附图。	《许可证实施办法》	查看	该矿有正规设计院出具的初步设计，图纸齐全。	符合要求
2	安全生产许可证、采矿许可证、营业执照的具备和有效性。	《矿产资源法》、《矿山安全法》、《安全生产法》	查验	具备安全生产许可证、采矿许可证与营业执照，且有效。	符合要求
3	主要负责人持有安全管理资质证及有效性。	《矿山安全法》、《许可证实施办法》、GB16423-2020 中 4.4	查验	主要负责人有安全管理资格证且有效。	符合要求
4	安全生产管理人员取得安全管理资质证及有效性。	《许可证实施办法》	查验	安全生产管理人员有管理资格证且有效。	符合要求
5	特种作业人员参加岗位专业技能培训以及取得特种作业人员岗位操作证书及有效情况。	《矿山安全法》、GB16423-2020 中 4.4、《许可证实施办法》	查验	特种作业人员均持证上岗，证书均有效。	符合要求
6	其他从业人员按照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格。	《矿山安全生产法实施条例》第 35 条、GB16423—200	查阅教育记录与试	对作业人员进行教育和培训，且考试成绩合格。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查方法	事实记录	结论
		6 中 4.4、《许 可证实施办法》	卷		
7	企业安全生产管理机构的建立及健全情况。	《安全生产法》第 19 条、《许 可证实施办法》	查阅	成立了安全生产领导机构，负责日常的安全生产管理工作。	符合要求
8	建立、健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制。	GB16423-2020 中 4.1、《许 可证实施办法》	查阅	建立健全了各级人员安全生产责任制。	符合要求
9	制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度。	《矿山安全生产法实施条例》、 GB16423-2020、 《许可证实施办法》第二章第五第一款	查阅	安全生产规章制度健全。	符合要求
10	制定作业安全规程和各工种操作规程。	《矿山安全生产法实施条例》、 GB16423—2006	查阅	制定了作业安全规程和各工种操作规程，且齐全。	符合要求
11	安全生产检查记录和隐患整改等记录。	《矿山安全法》第五章第三条	查阅	有相关记录。	符合要求
12	制订事故应急救援预案。	《许可证实施办法》第二章第五第一款	查阅、分析	编制了安全生产事故应急救援预案，相关预案齐全。	符合要求
13	建立事故应急救援组织，配备必要的应急救援器材、设备；生产规模较小可以不建立事故应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员，并与邻近的事故应急救援组织签订救护协议；并有急救物资。	《许可证实施办法》第二章第五第一款	查阅	建立了事故应急救援组织，与邻近的事故应急救援组织签订救护协议有必要的急救物资。	符合要求
14	按规定为从业人员配备符合国家标准或行	《许可证实施办法》第二章第	查看	为从业人员配备了符合国家标准	符合要求

序号	检查内容	检查依据	检查方法	事实记录	结论
	业标准的劳动防护用品。	五条第八款		的劳动防护用品。	
15	对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验,有预防事故的安全技术保障措施。	《许可证实施办法》第二章第五条第十款	索取报告单、检查预防措施	危险性较大设备,如在用的1台空压机均进行了检测检验,有预防事故的措施。	符合要求
16	安全生产投入符合安全生产要求,按照规定提取安全技术措施专项经费。	《许可证实施办法》第二章第五条第二款	查阅	按规定数额提取并使用了安全技术措施费用。	符合要求
17	作业单位必须依法参加工伤社会保险,为从业人员缴纳工伤保险费。	《许可证实施办法》第二章第五条第七款	查看保险单	依法参加了符合要求的工伤社会保险,有证明;保额满足要求。	符合要求
18	生产经营单位必须和从业人员签订劳动合同。	《劳动法》	查看资料	与职工签订了劳动合同。	符合要求

5.1.2 小结

该矿在安全生产管理方面做了大量的工作,露天开采基础资料齐全,做到了持证生产与有照经营;企业负责人、安全生产管理人员具备相应的安全管理资格证;成立了安全生产领导小组负责安全生产工作;制定了各级人员安全生产责任制,各项安全生产规章制度和各岗位操作规程;为职工足额缴纳了保险费;编制了事故应急救援预案,建立了应急救援组织,配置了应急救援所需要的物资;按时向职工发放劳动保护用品;按规定提取和使用了安全技术措施专项经费。

对该矿的安全生产管理单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价,18项检查内容全部符合要求,该矿的安全生产管理能适应安全生产的需要。

5.2 采场构成及采剥作业

5.2.1 安全检查表法

采用安全检查表法对采场构成及采剥作业单元进行评价，详见表 5-2。

表 5-2 采场构成及采剥作业单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	露天开采应遵循自上而下的开采顺序，分台阶开采，并坚持“采剥并举，剥离先行”的原则。	《GB16423-2020》 5.1.2	采用分台阶开采，能够先剥后采，采用中深孔爆破。	符合要求
2	当采场的布置和开采方式发生重大变化时，应当重新编制开采方案并经安全监管部门审查。	《辽宁省非煤矿山企业安全生产许可证审批发放程序》露天矿山安全生产许可证现场审查标准 第 16 条	无变化。	符合要求
3	非工作台阶最终边坡角应在设计中规定。工作帮和固定帮边坡角度不超过设计标准；最终边坡角根据岩体的稳定性确定，不超过设计标准。	《GB16423-2020》 5.2.1.3	台阶坡面角与最终帮坡角均未超过设计值	符合要求
4	对采场工作帮应每季度检查 1 次，高陡边帮应每月检查 1 次，不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。	《GB16423-2020》 5.2.5.3	安全员每天上班前进入作业现场检查。	符合要求
5	对运输和行人的非工作帮，应定期进行安全稳定性检查(雨季应加强)，发现坍塌或滑落征兆，应立即停止采剥作业，撤出人员和设备，查明原因，及时采取安全措施，并报告矿有关主管部门。	《GB16423-2020》 5.2.5.5	边坡较稳定，无滑坡危险。具备边坡定期检测制度。	符合要求
6	最小工作平台宽度，应在设计中规定。最小工作平台宽度，应保证采矿作业	《GB16423-2020》 5.2.1.3	最小工作平台宽度能够保证采矿作业、运输设备、运	符合要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
	和运输设备、运输线路、供电线路的安全要求。		输线路、供电线路的安全要求。	
7	采剥和排土作业，不应 对深部开采或邻近矿 山造成水害和其他潜 在安全隐患。	《GB16423-2020》 5.1.4	不存在潜在安全隐 患。	符合 要求
8	个别飞散物安全允许距 离应符合设计要求并小 于 200m。	《爆破安全规程》 6.4	符合要求。	符合 要求
9	作业单位应当修建安全 的行人上山道路，作业人 员不得站在危石、浮石上 及悬空作业；在人工装运 作业时，应当有专人监 视，防止坡面落石。严禁 在同一坡面上下双层或 者多层同时作业。	《GB16423-2020》 5.1.12	现场勘查符合规 定。	符合 要求
10	进入采场作业的人员，必 须佩戴劳动用品。	《GB16423-2020》 4.17	佩戴了劳动用品。	符合 要求
11	露天开采应优先采用湿 式作业。产尘点和产尘设 备，应采取综合防尘技术 措施。	《GB16423-2020》 5.1.19	通过洒水进行路面 和采装降尘。	符合 要求
12	露天采场各作业水平上、 下台阶之间的超前距离， 应在设计中明确。不应从 下部不分台阶掏采。采剥 工作面不应形成伞檐、空 洞等。	《GB16423-2020》 5.2.5.7	现采用自上而下分 台阶开采，工作面 无伞檐、空洞。	符合 要求
13	因遇大雾、炮烟、尘雾和 照明不良而影响能见度， 或因暴风雨、雪或有雷击 危险不能坚持正常生产 时，应立即停止作业；威 胁人身安全时，人员应转 移到安全地点。	《GB16423-2020》 5.1.10	现场询问，能做到 此规定。	符合 要求
14	爆破前，应将钻机、挖掘 机等移动设备开到安全 地点，并切断电源。	《GB16423-2020》 5.1.22	爆破前能够把移动 设备开到安全地 点，并切断电源。	符合 要求
15	边坡浮石清除完毕之前， 其下方不应生产；人员和 设备不应在边坡底部停	《GB16423-2020》 5.2.5.8	现场勘查符合要 求。	符合 要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
	留。			

5.2.2 爆破飞石距离核算

采用专家评议法对露天开采单元中爆破飞石距离进行核算。

爆破飞石影响距离计算公式为：

$L=Kd=15.5\times 10=155m$ 小于《爆破安全规程》规定的最小值。

式中：

L—爆破飞石影响距离，m；

K—爆破飞石影响参数，取 15-16；

d—炮孔直径，cm

经计算可知，本项目中爆破作业时产生的飞石，计算距离小于规定值，满足安全生产条件。

5.2.3 边坡稳定性核算

选取矿山边坡三种工况条件进行稳定性分析，分别为：

工况 1：自重；

工况 2：自重+暴雨；

工况 3：自重+暴雨+地震

根据国家地震局出版的第四代 1/400 万《中国地震动峰值加速度、地震动反应谱特征周期区划图》，该区地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期（T_g）0.35s，四代图地震裂度分区为Ⅵ度，暴雨工况时对材料参数进行 95%的折减，采用毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法分别对矿山边坡进行稳定性验算。

本次分析选取允许安全系数为：

荷载Ⅰ（工况1）：1.10

荷载Ⅱ（工况2）：1.08

荷载Ⅲ（工况3）：1.05

（一）A-A' 剖面

计算模型如图 5-1。

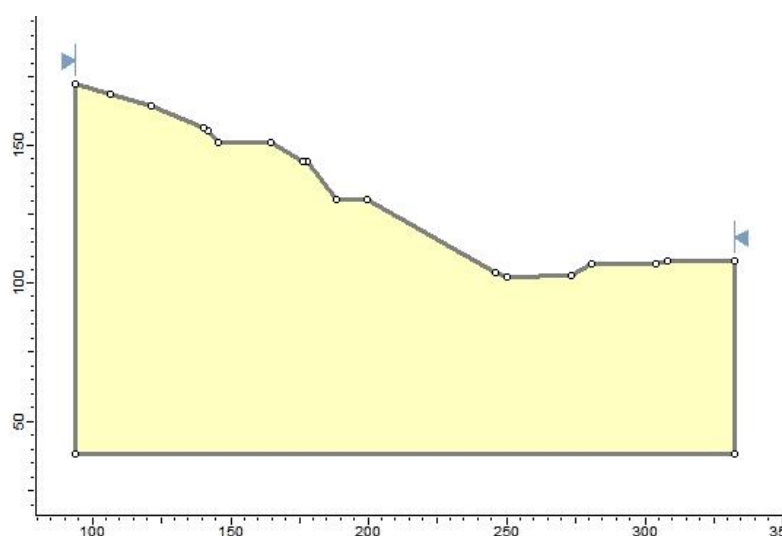


图 5-1 计算模型图

1、工况 1

（1）计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：
9.81KN/立方米；地下水补给：无。

材料性质

岩石性质	石灰石 1
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	13500
摩擦角 [deg]	44.37
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.18542	2600.17	石灰石	13500	44.37	234.5	12964.3	-547.621	-547.621
2	7.18542	6449.58	石灰石	13500	44.37	251.081	13881	389.452	389.452
3	7.18542	8597.38	石灰石	13500	44.37	258.562	14294.6	812.241	812.241
4	7.18542	10147.8	石灰石	13500	44.37	263.666	14576.7	1100.68	1100.68
5	7.18542	11185.2	石灰石	13500	44.37	267.136	14768.6	1296.79	1296.79
6	7.18542	11875.9	石灰石	13500	44.37	269.553	14902.2	1433.37	1433.37
7	7.18542	12302.6	石灰石	13500	44.37	271.197	14993.1	1526.3	1526.3
8	7.18542	12246.2	石灰石	13500	44.37	271.577	15014.1	1547.76	1547.76
9	7.18542	12974.3	石灰石	13500	44.37	273.809	15137.5	1673.92	1673.92
10	7.18542	13608.1	石灰石	13500	44.37	275.772	15246	1784.83	1784.83
11	7.18542	13594	石灰石	13500	44.37	276.12	15265.2	1804.5	1804.5
12	7.18542	13172.3	石灰石	13500	44.37	275.444	15227.9	1766.34	1766.34
13	7.18542	11977	石灰石	13500	44.37	272.851	15084.5	1619.78	1619.78
14	7.18542	10877.3	石灰石	13500	44.37	270.475	14953.2	1485.48	1485.48
15	7.18542	10915.1	石灰石	13500	44.37	270.885	14975.9	1508.69	1508.69
16	7.18542	10308.9	石灰石	13500	44.37	269.708	14910.8	1442.15	1442.15
17	7.18542	9392.11	石灰石	13500	44.37	267.763	14803.3	1332.25	1332.25
18	7.18542	8377.69	石灰石	13500	44.37	265.579	14682.5	1208.8	1208.8
19	7.18542	7263.18	石灰石	13500	44.37	263.152	14548.3	1071.65	1071.65

20	7.18542	6044.47	石灰石	13500	44.37	260.477	14400.4	920.472	920.472
21	7.18542	4715.64	石灰石	13500	44.37	257.544	14238.3	754.704	754.704
22	7.18542	3371.53	石灰石	13500	44.37	254.595	14075.2	588.026	588.026
23	7.18542	2470.44	石灰石	13500	44.37	252.779	13974.9	485.435	485.435
24	7.18542	1601.68	石灰石	13500	44.37	251.096	13881.8	390.301	390.301
25	7.18542	564.249	石灰石	13500	44.37	249.068	13769.7	275.673	275.673

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.18542	2600.17	石灰石	13500	44.37	234.117	12943.2	-569.192	-569.192
2	7.18542	6449.58	石灰石	13500	44.37	250.856	13868.6	376.807	376.807
3	7.18542	8597.38	石灰石	13500	44.37	258.721	14303.4	821.277	821.277
4	7.18542	10147.8	石灰石	13500	44.37	264.194	14606	1130.59	1130.59
5	7.18542	11185.2	石灰石	13500	44.37	267.947	14813.5	1342.68	1342.68
6	7.18542	11875.9	石灰石	13500	44.37	270.541	14956.9	1489.32	1489.32
7	7.18542	12302.6	石灰石	13500	44.37	272.256	15051.7	1586.22	1586.22
8	7.18542	12246.2	石灰石	13500	44.37	272.582	15069.8	1604.66	1604.66
9	7.18542	12974.3	石灰石	13500	44.37	274.755	15189.9	1727.44	1727.44
10	7.18542	13608.1	石灰石	13500	44.37	276.583	15290.9	1830.73	1830.73
11	7.18542	13594	石灰石	13500	44.37	276.702	15297.5	1837.51	1837.51
12	7.18542	13172.3	石灰石	13500	44.37	275.752	15245	1783.82	1783.82
13	7.18542	11977	石灰石	13500	44.37	272.858	15085	1620.27	1620.27
14	7.18542	10877.3	石灰石	13500	44.37	270.217	14939	1470.98	1470.98
15	7.18542	10915.1	石灰石	13500	44.37	270.41	14949.7	1481.9	1481.9
16	7.18542	10308.9	石灰石	13500	44.37	269.047	14874.3	1404.88	1404.88
17	7.18542	9392.11	石灰石	13500	44.37	266.972	14759.6	1287.61	1287.61
18	7.18542	8377.69	石灰石	13500	44.37	264.719	14635.1	1160.3	1160.3
19	7.18542	7263.18	石灰石	13500	44.37	262.288	14500.6	1022.88	1022.88
20	7.18542	6044.47	石灰石	13500	44.37	259.668	14355.8	874.831	874.831
21	7.18542	4715.64	石灰石	13500	44.37	256.843	14199.6	715.149	715.149
22	7.18542	3371.53	石灰石	13500	44.37	254.036	14044.4	556.551	556.551
23	7.18542	2470.44	石灰石	13500	44.37	252.37	13952.3	462.393	462.393
24	7.18542	1601.68	石灰石	13500	44.37	250.85	13868.3	376.466	376.466
25	7.18542	564.249	石灰石	13500	44.37	248.988	13765.4	271.253	271.253

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3858	172.236	0	0	0
2	100.571	144.368	-16946	0	0
3	107.757	129.827	-13086.8	0	0
4	114.942	119.148	-6271.3	0	0
5	122.127	110.657	1180.55	0	0
6	129.313	103.667	8325.41	0	0
7	136.498	97.8179	14772.1	0	0
8	143.684	92.8932	20339.9	0	0
9	150.869	88.7512	24799.3	0	0
10	158.055	85.2945	28618.1	0	0
11	165.24	82.4541	31706.1	0	0
12	172.425	80.18	33825.7	0	0
13	179.611	78.436	34927	0	0
14	186.796	77.1966	34974.1	0	0
15	193.982	76.4443	34148	0	0
16	201.167	76.1693	32616.5	0	0
17	208.353	76.3678	30392.3	0	0
18	215.538	77.0425	27569.4	0	0
19	222.723	78.2023	24259.1	0	0
20	229.909	79.8633	20588.1	0	0
21	237.094	82.0497	16704	0	0
22	244.28	84.7957	12781	0	0
23	251.465	88.1488	8979.91	0	0
24	258.651	92.1744	5209.35	0	0
25	265.836	96.9646	1535.49	0	0
26	273.021	102.652	0	0	0

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3858	172.236	0	0	0
2	100.571	144.368	-17544.5	165.299	-0.539808
3	107.757	129.827	-13867.7	259.254	-1.07101
4	114.942	119.148	-6956.93	192.519	-1.58514
5	122.127	110.657	745.022	-26.9809	-2.07405
6	129.313	103.667	8204.78	-362.533	-2.53

7	136.498	97.8179	14971.5	-770.424	-2.94581
8	143.684	92.8932	20826.7	-1206.32	-3.31497
9	150.869	88.7512	25514.5	-1619.42	-3.63172
10	158.055	85.2945	29511.4	-2007.32	-3.89118
11	165.24	82.4541	32723.9	-2339.56	-4.08934
12	172.425	80.18	34914.2	-2578.12	-4.22315
13	179.611	78.436	36043.6	-2704.16	-4.29056
14	186.796	77.1966	36091.2	-2707.73	-4.29056
15	193.982	76.4443	35256	-2603.35	-4.22313
16	201.167	76.1693	33720.4	-2410.8	-4.08934
17	208.353	76.3678	31508.2	-2143.14	-3.89118
18	215.538	77.0425	28721	-1822.94	-3.63173
19	222.723	78.2023	25473	-1475.44	-3.31497
20	229.909	79.8633	21889.2	-1126.41	-2.94582
21	237.094	82.0497	18110.5	-800.224	-2.53
22	244.28	84.7957	14301.1	-517.911	-2.07405
23	251.465	88.1488	10609.4	-293.595	-1.58515
24	258.651	92.1744	6934.48	-129.638	-1.071
25	265.836	96.9646	3328.56	-31.3606	-0.539806
26	273.021	102.652	0	0	0

（2）计算结果

经计算，在工况 1 条件下，最小安全稳定系数为 55.2852 及 55.2849，取较小值，如下图所示：

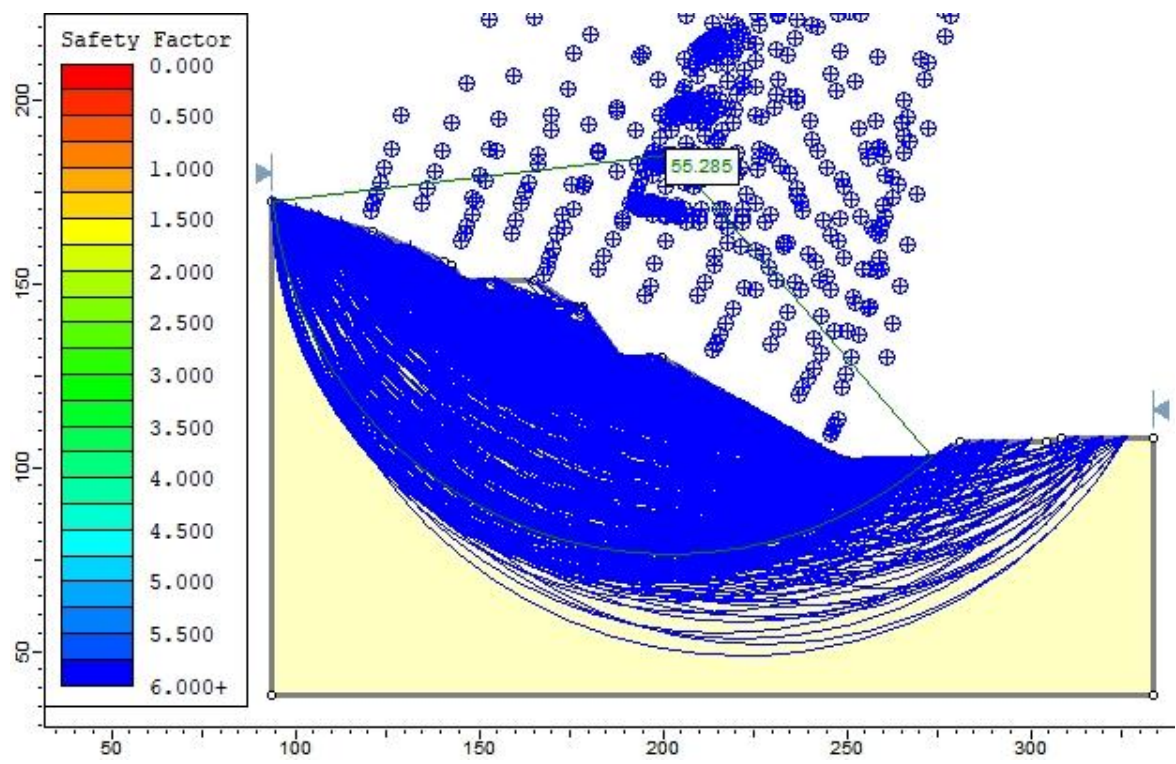


图 5-2 工况 1 计算结果图

2、工况 2

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/立方
米；地下水补给：无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25

内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.18542	2600.17	石灰岩 2	12825	42.15	235.098	12327.2	-549.918	-549.918
2	7.18542	6449.58	石灰岩 2	12825	42.15	251.306	13177.1	389.01	389.01
3	7.18542	8597.38	石灰岩 2	12825	42.15	258.611	13560.2	812.179	812.179
4	7.18542	10147.8	石灰岩 2	12825	42.15	263.593	13821.4	1100.77	1100.77
5	7.18542	11185.2	石灰岩 2	12825	42.15	266.98	13998.9	1296.95	1296.95
6	7.18542	11875.9	石灰岩 2	12825	42.15	269.338	14122.6	1433.54	1433.54
7	7.18542	12302.6	石灰岩 2	12825	42.15	270.942	14206.7	1526.47	1526.47
8	7.18542	12246.2	石灰岩 2	12825	42.15	271.312	14226.1	1547.92	1547.92
9	7.18542	12974.3	石灰岩 2	12825	42.15	273.49	14340.3	1674.08	1674.08
10	7.18542	13608.1	石灰岩 2	12825	42.15	275.404	14440.7	1784.98	1784.98
11	7.18542	13594	石灰岩 2	12825	42.15	275.743	14458.5	1804.62	1804.62
12	7.18542	13172.3	石灰岩 2	12825	42.15	275.084	14423.9	1766.44	1766.44
13	7.18542	11977	石灰岩 2	12825	42.15	272.553	14291.2	1619.84	1619.84
14	7.18542	10877.3	石灰岩 2	12825	42.15	270.235	14169.6	1485.5	1485.5
15	7.18542	10915.1	石灰岩 2	12825	42.15	270.635	14190.6	1508.7	1508.7
16	7.18542	10308.9	石灰岩 2	12825	42.15	269.486	14130.4	1442.15	1442.15
17	7.18542	9392.11	石灰岩 2	12825	42.15	267.589	14030.9	1332.23	1332.23
18	7.18542	8377.69	石灰岩 2	12825	42.15	265.457	13919.1	1208.78	1208.78
19	7.18542	7263.18	石灰岩 2	12825	42.15	263.09	13795	1071.64	1071.64
20	7.18542	6044.47	石灰岩 2	12825	42.15	260.481	13658.2	920.47	920.47
21	7.18542	4715.64	石灰岩 2	12825	42.15	257.619	13508.1	754.73	754.73
22	7.18542	3371.53	石灰岩 2	12825	42.15	254.743	13357.3	588.092	588.092
23	7.18542	2470.44	石灰岩 2	12825	42.15	252.973	13264.5	485.541	485.541
24	7.18542	1601.68	石灰岩 2	12825	42.15	251.331	13178.4	390.454	390.454
25	7.18542	564.249	石灰岩 2	12825	42.15	249.354	13074.7	275.894	275.894

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.18542	2600.17	石灰岩 2	12825	42.15	234.707	12306.9	-572.413	-572.413
2	7.18542	6449.58	石灰岩 2	12825	42.15	251.075	13165.1	375.736	375.736
3	7.18542	8597.38	石灰岩 2	12825	42.15	258.768	13568.5	821.386	821.386
4	7.18542	10147.8	石灰岩 2	12825	42.15	264.123	13849.3	1131.64	1131.64
5	7.18542	11185.2	石灰岩 2	12825	42.15	267.796	14041.9	1344.41	1344.41
6	7.18542	11875.9	石灰岩 2	12825	42.15	270.335	14175	1491.46	1491.46
7	7.18542	12302.6	石灰岩 2	12825	42.15	272.01	14262.9	1588.53	1588.53
8	7.18542	12246.2	石灰岩 2	12825	42.15	272.327	14279.5	1606.84	1606.84
9	7.18542	12974.3	石灰岩 2	12825	42.15	274.444	14390.5	1729.51	1729.51
10	7.18542	13608.1	石灰岩 2	12825	42.15	276.223	14483.7	1832.53	1832.53
11	7.18542	13594	石灰岩 2	12825	42.15	276.331	14489.4	1838.83	1838.83
12	7.18542	13172.3	石灰岩 2	12825	42.15	275.394	14440.3	1784.53	1784.53
13	7.18542	11977	石灰岩 2	12825	42.15	272.56	14291.7	1620.37	1620.37
14	7.18542	10877.3	石灰岩 2	12825	42.15	269.973	14156	1470.53	1470.53
15	7.18542	10915.1	石灰岩 2	12825	42.15	270.154	14165.5	1481.01	1481.01
16	7.18542	10308.9	石灰岩 2	12825	42.15	268.818	14095.5	1403.61	1403.61
17	7.18542	9392.11	石灰岩 2	12825	42.15	266.79	13989.1	1286.09	1286.09
18	7.18542	8377.69	石灰岩 2	12825	42.15	264.589	13873.8	1158.64	1158.64
19	7.18542	7263.18	石灰岩 2	12825	42.15	262.217	13749.4	1021.22	1021.22
20	7.18542	6044.47	石灰岩 2	12825	42.15	259.664	13615.5	873.292	873.292
21	7.18542	4715.64	石灰岩 2	12825	42.15	256.911	13471.1	713.84	713.84
22	7.18542	3371.53	石灰岩 2	12825	42.15	254.179	13327.9	555.549	555.549
23	7.18542	2470.44	石灰岩 2	12825	42.15	252.559	13242.9	461.713	461.713
24	7.18542	1601.68	石灰岩 2	12825	42.15	251.082	13165.5	376.145	376.145
25	7.18542	564.249	石灰岩 2	12825	42.15	249.272	13070.6	271.325	271.325

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3858	172.236	0	0	0
2	100.571	144.368	-17014.3	0	0
3	107.757	129.827	-13163.1	0	0
4	114.942	119.148	-6348.56	0	0
5	122.127	110.657	1104.66	0	0

6	129.313	103.667	8251.8	0	0
7	136.498	97.8179	14701.1	0	0
8	143.684	92.8932	20271.7	0	0
9	150.869	88.7512	24733.8	0	0
10	158.055	85.2945	28555.4	0	0
11	165.24	82.4541	31646.6	0	0
12	172.425	80.18	33769.2	0	0
13	179.611	78.436	34873.2	0	0
14	186.796	77.1966	34922.6	0	0
15	193.982	76.4443	34098.3	0	0
16	201.167	76.1693	32568.7	0	0
17	208.353	76.3678	30346	0	0
18	215.538	77.0425	27524.5	0	0
19	222.723	78.2023	24215.1	0	0
20	229.909	79.8633	20544.7	0	0
21	237.094	82.0497	16660.6	0	0
22	244.28	84.7957	12737	0	0
23	251.465	88.1488	8934.69	0	0
24	258.651	92.1744	5162.37	0	0
25	265.836	96.9646	1486.13	0	0
26	273.021	102.652	0	0	0

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3858	172.236	0	0	0
2	100.571	144.368	-17638.5	171.925	-0.558453
3	107.757	129.827	-13978.9	270.36	-1.108
4	114.942	119.148	-7067.3	202.33	-1.63988
5	122.127	110.657	644.055	-24.1301	-2.14563
6	129.313	103.667	8116.94	-371.042	-2.61729
7	136.498	97.8179	14897.6	-793.107	-3.04739
8	143.684	92.8932	20765.9	-1244.35	-3.42922
9	150.869	88.7512	25464.6	-1672.09	-3.75684
10	158.055	85.2945	29470.8	-2073.81	-4.02517
11	165.24	82.4541	32691	-2417.95	-4.23011
12	172.425	80.18	34887	-2665.1	-4.36847
13	179.611	78.436	36020.2	-2795.76	-4.4382

14	186.796	77.1966	36070	-2799.63	-4.4382
15	193.982	76.4443	35236.2	-2691.78	-4.36848
16	201.167	76.1693	33702.2	-2492.74	-4.23011
17	208.353	76.3678	31491.9	-2216.03	-4.02517
18	215.538	77.0425	28707	-1885	-3.75684
19	222.723	78.2023	25461.8	-1525.74	-3.42922
20	229.909	79.8633	21881.3	-1164.9	-3.04739
21	237.094	82.0497	18106	-827.662	-2.61728
22	244.28	84.7957	14299.6	-535.749	-2.14564
23	251.465	88.1488	10610.3	-303.763	-1.63988
24	258.651	92.1744	6936.72	-134.16	-1.10799
25	265.836	96.9646	3330.65	-32.4643	-0.558452
26	273.021	102.652	0	0	0

(2) 计算结果

经计算，在工况 2 条件下，最小安全稳定系数分别为 52.436 及 52.435，取较小值，如下图所示：

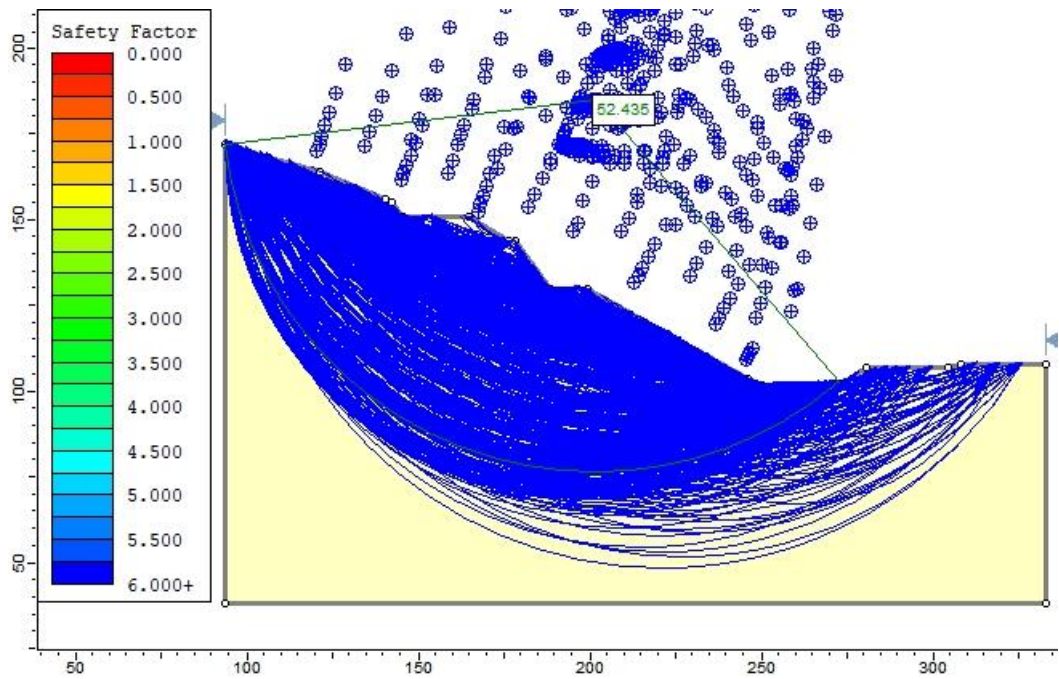


图 5-3 工况 2 计算结果图

3、工况 3

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法。

行数: 25; 公差: 0.005; 最大迭代次数: 50; 检查 起点 < 0.2:
是; 初始检查值: 1; 迭代初始实验值: 是; 地震荷载系数 (水平):
0.15。

地下水分析

地下水方参照水平: 侵蚀基准面; 孔隙流体单位质量: 9.81KN/
立方米; 地下水补给: 无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.20404	2612.08	石灰岩 2	12825	42.15	308.615	12070.4	-833.66	-549.918
2	7.20404	6479.21	石灰岩 2	12825	42.15	333.128	13029.2	225.56	389.01
3	7.20404	8637.09	石灰岩 2	12825	42.15	343.836	13448	688.234	812.179
4	7.20404	10194	石灰岩 2	12825	42.15	351.061	13730.5	1000.43	1100.77
5	7.20404	11233.6	石灰岩 2	12825	42.15	355.987	13923.2	1213.3	1296.95
6	7.20404	11926.9	石灰岩 2	12825	42.15	359.457	14058.9	1363.23	1433.54
7	7.20404	12347.8	石灰岩 2	12825	42.15	361.841	14152.2	1466.25	1526.47
8	7.20404	12303.4	石灰岩 2	12825	42.15	362.6	14181.9	1499.07	1547.92

9	7.20404	13042.2	石灰岩 2	12825	42.15	365.739	14304.7	1634.7	1674.08
10	7.20404	13675.4	石灰岩 2	12825	42.15	368.474	14411.6	1752.88	1784.98
11	7.20404	13639.2	石灰岩 2	12825	42.15	369.026	14433.2	1776.73	1804.62
12	7.20404	13212.5	石灰岩 2	12825	42.15	368.29	14404.4	1744.91	1766.44
13	7.20404	11977.1	石灰岩 2	12825	42.15	364.933	14273.1	1599.88	1619.84
14	7.20404	10928.5	石灰岩 2	12825	42.15	362.144	14164	1479.35	1485.5
15	7.20404	10967.2	石灰岩 2	12825	42.15	362.825	14190.7	1508.76	1508.7
16	7.20404	10333.7	石灰岩 2	12825	42.15	361.343	14132.7	1444.71	1442.15
17	7.20404	9410.77	石灰岩 2	12825	42.15	358.927	14038.2	1340.35	1332.23
18	7.20404	8389.69	石灰岩 2	12825	42.15	356.198	13931.5	1222.43	1208.78
19	7.20404	7267.86	石灰岩 2	12825	42.15	353.154	13812.4	1090.88	1071.64
20	7.20404	6041.13	石灰岩 2	12825	42.15	349.788	13680.8	945.433	920.47
21	7.20404	4703.51	石灰岩 2	12825	42.15	346.09	13536.1	785.636	754.73
22	7.20404	3371.79	石灰岩 2	12825	42.15	342.45	13393.8	628.384	588.092
23	7.20404	2491.18	石灰岩 2	12825	42.15	340.338	13311.2	537.108	485.541
24	7.20404	1614.91	石灰岩 2	12825	42.15	338.333	13232.7	450.47	390.454
25	7.20404	568.425	石灰岩 2	12825	42.15	335.909	13137.9	345.716	275.894

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	7.20404	2612.08	石灰岩 2	12825	42.15	307.935	12042.2	-864.788	-549.918
2	7.20404	6479.21	石灰岩 2	12825	42.15	332.519	13003.6	197.335	389.01
3	7.20404	8637.09	石灰岩 2	12825	42.15	343.722	13441.7	681.341	812.179
4	7.20404	10194	石灰岩 2	12825	42.15	351.476	13745	1016.37	1100.77
5	7.20404	11233.6	石灰岩 2	12825	42.15	356.847	13955	1248.41	1296.95
6	7.20404	11926.9	石灰岩 2	12825	42.15	360.638	14103.3	1412.22	1433.54
7	7.20404	12347.8	石灰岩 2	12825	42.15	363.206	14203.7	1523.15	1526.47
8	7.20404	12303.4	石灰岩 2	12825	42.15	363.978	14233.9	1556.51	1547.92
9	7.20404	13042.2	石灰岩 2	12825	42.15	367.139	14357.5	1693.04	1674.08
10	7.20404	13675.4	石灰岩 2	12825	42.15	369.787	14461	1807.47	1784.98
11	7.20404	13639.2	石灰岩 2	12825	42.15	370.095	14473.1	1820.79	1804.62
12	7.20404	13212.5	石灰岩 2	12825	42.15	369.026	14431.3	1774.6	1766.44
13	7.20404	11977.1	石灰岩 2	12825	42.15	365.258	14283.9	1611.78	1619.84
14	7.20404	10928.5	石灰岩 2	12825	42.15	362.097	14160.3	1475.22	1485.5
15	7.20404	10967.2	石灰岩 2	12825	42.15	362.492	14175.7	1492.28	1508.7
16	7.20404	10333.7	石灰岩 2	12825	42.15	360.731	14106.9	1416.21	1442.15
17	7.20404	9410.77	石灰岩 2	12825	42.15	358.094	14003.8	1302.26	1332.23

18	7.20404	8389.69	石灰岩 2	12825	42.15	355.218	13891.3	1178.04	1208.78
19	7.20404	7267.86	石灰岩 2	12825	42.15	352.11	13769.8	1043.77	1071.64
20	7.20404	6041.13	石灰岩 2	12825	42.15	348.765	13638.9	899.214	920.47
21	7.20404	4703.51	石灰岩 2	12825	42.15	345.165	13498.2	743.684	754.73
22	7.20404	3371.79	石灰岩 2	12825	42.15	341.686	13362.1	593.377	588.092
23	7.20404	2491.18	石灰岩 2	12825	42.15	339.766	13287	510.445	485.541
24	7.20404	1614.91	石灰岩 2	12825	42.15	337.992	13217.6	433.774	390.454
25	7.20404	568.425	石灰岩 2	12825	42.15	335.824	13132.9	340.116	275.894

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3966	172.233	0	0	0
2	100.601	144.308	-25111	0	0
3	107.805	129.736	-23252.1	0	0
4	115.009	119.036	-17069.4	0	0
5	122.213	110.528	-9557.52	0	0
6	129.417	103.525	-1940.23	0	0
7	136.621	97.6658	5246.81	0	0
8	143.825	92.733	11725	0	0
9	151.029	88.5848	17176.7	0	0
10	158.233	85.1238	22156	0	0
11	165.437	82.2808	26536.3	0	0
12	172.641	80.0056	29966.1	0	0
13	179.845	78.262	32337.1	0	0
14	187.049	77.0245	33484.6	0	0
15	194.253	76.2758	33622.7	0	0
16	201.457	76.0057	33061.4	0	0
17	208.661	76.2109	31712	0	0
18	215.865	76.8939	29622.4	0	0
19	223.069	78.0639	26884.5	0	0
20	230.273	79.7371	23605.3	0	0
21	237.478	81.9379	19910.9	0	0
22	244.682	84.701	15952.5	0	0
23	251.886	88.0741	11871.6	0	0
24	259.09	92.1235	7618.51	0	0
25	266.294	96.9422	3252.75	0	0

26	273.498	102.664	0	0	0
----	---------	---------	---	---	---

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	93.3966	172.233	0	0	0
2	100.601	144.308	-25975.5	242.65	-0.535213
3	107.805	129.736	-24523.7	454.563	-1.06189
4	115.009	119.036	-18414.1	505.237	-1.57166
5	122.213	110.528	-10769.7	386.705	-2.05642
6	129.417	103.525	-2912.91	127.613	-2.50849
7	136.621	97.6658	4552.44	-232.272	-2.92078
8	143.825	92.733	11301.3	-649.024	-3.28684
9	151.029	88.5848	16981.2	-1068.64	-3.60092
10	158.233	85.1238	22152.1	-1493.93	-3.85817
11	165.437	82.2808	26678.1	-1891.09	-4.05466
12	172.641	80.0056	30200.3	-2211.06	-4.18734
13	179.845	78.262	32617.6	-2426.3	-4.25418
14	187.049	77.0245	33777.3	-2512.57	-4.25419
15	194.253	76.2758	33912.5	-2482.84	-4.18733
16	201.457	76.0057	33348.9	-2363.95	-4.05465
17	208.661	76.2109	32009.6	-2158.72	-3.85817
18	215.865	76.8939	29951.9	-1884.89	-3.60091
19	223.069	78.0639	27272.8	-1566.25	-3.28683
20	230.273	79.7371	24079.8	-1228.59	-2.92079
21	237.478	81.9379	20494.3	-897.847	-2.5085
22	244.682	84.701	16658.3	-598.144	-2.05642
23	251.886	88.0741	12700.9	-348.48	-1.57165
24	259.09	92.1235	8559.68	-158.659	-1.06189
25	266.294	96.9422	4276.66	-39.9504	-0.535213
26	273.498	102.664	0	0	0

（2）计算结果

经计算，在工况 3 条件下，最小安全稳定系数分别为 39.111 及 39.106，取较小值，如下图所示：

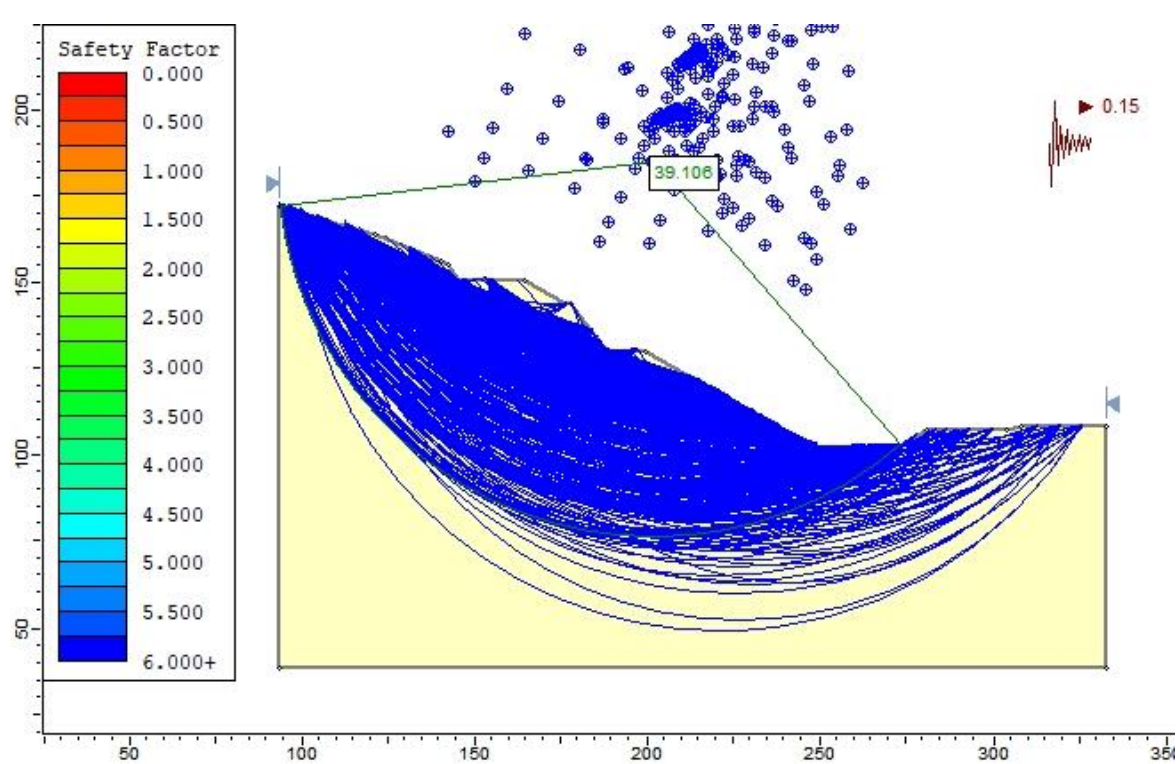


图 5-4 工况 3 计算结果图

(二) B-B' 剖面

计算模型如图 5-5

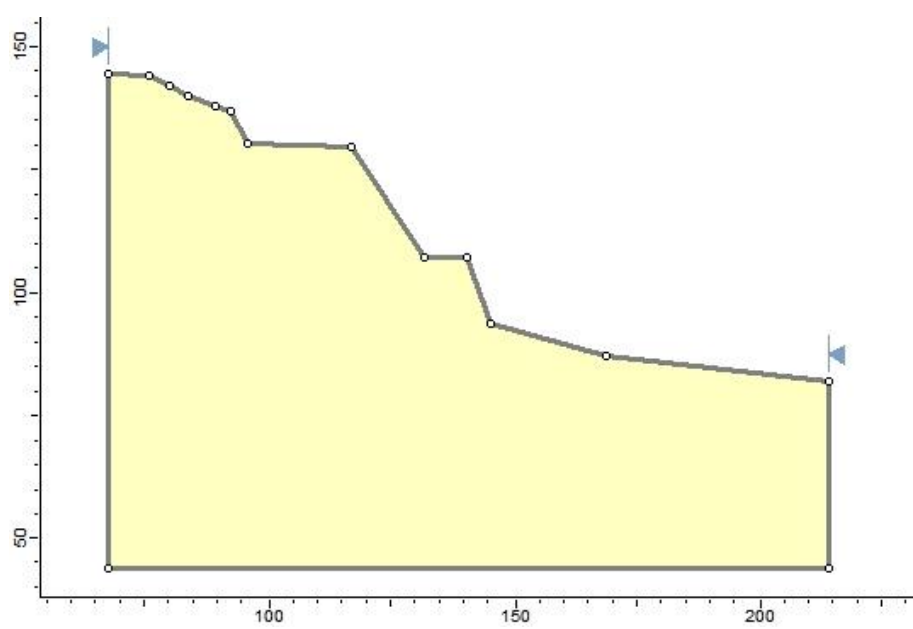


图 5-5 计算模型图

1、工况 1

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法。

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无

材料性质

岩石性质	石灰石 1
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	13500
摩擦角 [deg]	44.37
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	4.08346	498.504	石灰石	13500	44.37	245.368	13096.7	-412.304	-412.304
2	4.08346	1495.51	石灰石	13500	44.37	249.671	13326.3	-177.518	-177.518
3	4.08346	2397.48	石灰石	13500	44.37	253.563	13534.1	34.8872	34.8872
4	4.49889	3421.4	石灰石	13500	44.37	258.766	13811.8	318.743	318.743
5	4.49889	4155.21	石灰石	13500	44.37	261.665	13966.5	476.903	476.903
6	4.49889	4904.33	石灰石	13500	44.37	264.624	14124.5	638.364	638.364
7	4.38815	4882.12	石灰石	13500	44.37	267.54	14280.1	797.491	797.491
8	4.38815	5329.34	石灰石	13500	44.37	269.369	14377.7	897.254	897.254

9	4.38815	5953.12	石灰石	13500	44.37	271.919	14513.9	1036.4	1036.4
10	4.38815	6576.9	石灰石	13500	44.37	274.469	14650	1175.55	1175.55
11	4.36828	7144.7	石灰石	13500	44.37	277.329	14802.6	1331.59	1331.59
12	4.36828	7582.07	石灰石	13500	44.37	279.128	14898.6	1429.74	1429.74
13	4.64083	7772.12	石灰石	13500	44.37	279.77	14932.9	1464.8	1464.8
14	4.60985	7152.01	石灰石	13500	44.37	279.273	14906.4	1437.65	1437.65
15	4.34482	6072.79	石灰石	13500	44.37	278.287	14853.8	1383.87	1383.87
16	4.34482	5908.79	石灰石	13500	44.37	277.596	14816.9	1346.16	1346.16
17	4.34482	5861.51	石灰石	13500	44.37	277.397	14806.2	1335.29	1335.29
18	2.49527	2886.19	石灰石	13500	44.37	275.643	14712.6	1239.61	1239.61
19	3.63448	3408.84	石灰石	13500	44.37	273.459	14596.1	1120.43	1120.43
20	3.63448	3013.83	石灰石	13500	44.37	271.442	14488.4	1010.4	1010.4
21	3.63448	2660.11	石灰石	13500	44.37	269.637	14392	911.872	911.872
22	5.40483	3239.95	石灰石	13500	44.37	267.923	14300.6	818.384	818.384
23	5.40483	2334.17	石灰石	13500	44.37	264.805	14134.1	648.249	648.249
24	5.63344	1434.34	石灰石	13500	44.37	262.129	13991.3	502.271	502.271
25	5.63344	472.853	石灰石	13500	44.37	258.946	13821.4	328.589	328.589

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	6.06185	1305.83	石灰石	13500	44.37	232.543	13106.1	-402.685	-402.685
2	6.06185	3754.93	石灰石	13500	44.37	239.115	13476.5	-23.9972	-23.9972
3	5.68649	4966.9	石灰石	13500	44.37	248.604	14011.3	522.678	522.678
4	5.68649	5901.54	石灰石	13500	44.37	251.853	14194.4	709.825	709.825
5	4.37201	4651.18	石灰石	13500	44.37	254.412	14338.6	857.259	857.259
6	4.37201	4809.49	石灰石	13500	44.37	255.236	14385.1	904.744	904.744
7	4.37201	5292.93	石灰石	13500	44.37	257.42	14508.1	1030.55	1030.55
8	5.67725	7573.51	石灰石	13500	44.37	260.008	14654	1179.7	1179.7
9	4.33052	6287.83	石灰石	13500	44.37	262.42	14790	1318.66	1318.66
10	4.33052	6556.16	石灰石	13500	44.37	263.649	14859.3	1389.48	1389.48
11	5.10019	7241.24	石灰石	13500	44.37	262.468	14792.7	1321.44	1321.44
12	5.10019	6584.76	石灰石	13500	44.37	260.056	14656.7	1182.43	1182.43
13	5.10019	6164.38	石灰石	13500	44.37	258.438	14565.5	1089.24	1089.24
14	5.96738	7405.64	石灰石	13500	44.37	260.413	14676.8	1203.01	1203.01
15	5.96738	5899.5	石灰石	13500	44.37	255.905	14422.8	943.294	943.294
16	5.96738	4996.06	石灰石	13500	44.37	253.182	14269.3	786.418	786.418
17	4.64077	3571.79	石灰石	13500	44.37	253.474	14285.7	803.214	803.214

18	4.64077	3137.36	石灰石	13500	44.37	251.951	14199.9	715.49	715.49
19	4.64077	2702.93	石灰石	13500	44.37	250.449	14115.3	628.959	628.959
20	4.64077	2289.46	石灰石	13500	44.37	249.038	14035.8	547.683	547.683
21	6.18972	2540.33	石灰石	13500	44.37	247.687	13959.6	469.838	469.838
22	5.41108	1789.44	石灰石	13500	44.37	246.158	13873.5	381.766	381.766
23	5.41108	1422.54	石灰石	13500	44.37	245.133	13815.7	322.671	322.671
24	4.27778	734.679	石灰石	13500	44.37	245.805	13853.6	361.424	361.424
25	4.27778	244.893	石灰石	13500	44.37	243.989	13751.2	256.762	256.762

数据记录

编号	x 坐标 [m]	y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	67.1776	144.504	0	0	0
2	71.2611	135.611	-4668.69	0	0
3	75.3445	126.718	-7266.94	0	0
4	79.428	117.824	-7992.09	0	0
5	83.9269	110.144	-6708.2	0	0
6	88.4258	102.464	-4222.62	0	0
7	92.9246	94.7835	-510.293	0	0
8	97.3128	89.6156	2437.02	0	0
9	101.701	84.4478	5891.86	0	0
10	106.089	79.2799	10054.6	0	0
11	110.477	74.1121	14925.3	0	0
12	114.846	69.3237	20089.9	0	0
13	119.214	64.5353	25716.7	0	0
14	123.855	61.053	29519.2	0	0
15	128.464	59.1744	30932.6	0	0
16	132.809	58.9584	30022.4	0	0
17	137.154	58.7425	29107	0	0
18	141.499	58.5265	28190.1	0	0
19	143.994	59.2774	26571.5	0	0
20	147.629	61.7031	22859.8	0	0
21	151.263	64.1289	19422.2	0	0
22	154.898	66.5546	16230.3	0	0
23	160.302	70.9711	11167.8	0	0
24	165.707	75.3876	6873.57	0	0

25	171.341	80.7101	2723.57	0	0
26	176.974	86.0325	0	0	0

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	68.502	144.423	0	0	0
2	74.5638	128.8	-7700.7	113.892	-0.847333
3	80.6257	113.178	-9525.09	278.649	-1.67566
4	86.3122	105.182	-6759.51	285.548	-2.41896
5	91.9986	97.1858	-2516.01	136.91	-3.11471
6	96.3707	93.1362	-156.742	9.88552	-3.60879
7	100.743	89.0866	2391.23	-169.777	-4.06118
8	105.115	85.037	5439.13	-424.893	-4.46675
9	110.792	80.041	9856.76	-847.828	-4.91619
10	115.122	76.3752	13554.4	-1232.49	-5.19557
11	119.453	72.7093	17506.3	-1659.98	-5.4167
12	124.553	69.4988	20410.1	-2000.96	-5.59926
13	129.653	66.2884	22879.9	-2281.73	-5.69507
14	134.754	63.0779	25058.8	-2502.4	-5.70271
15	140.721	62.8746	23749.4	-2328.51	-5.59967
16	146.688	62.6712	22414.2	-2110.03	-5.37787
17	152.656	62.4679	21063.2	-1858.31	-5.04189
18	157.296	64.4801	18270.7	-1504.02	-4.7059
19	161.937	66.4922	15661.8	-1180.11	-4.30907
20	166.578	68.5044	13233.9	-892.083	-3.85641
21	171.219	70.5166	10976.2	-643.183	-3.35358
22	177.408	73.0785	8239.37	-376.466	-2.61609
23	182.82	74.8832	6218.41	-208.556	-1.92089
24	188.231	76.6879	4309.66	-89.6318	-1.19146
25	192.508	80.27	1963.49	-20.5307	-0.599076
26	196.786	83.8522	0	0	0

（2）计算结果

经计算，在工况 1 条件下，最小安全稳定系数为 56.3599 及 53.3757，取较小值，如下图所示：

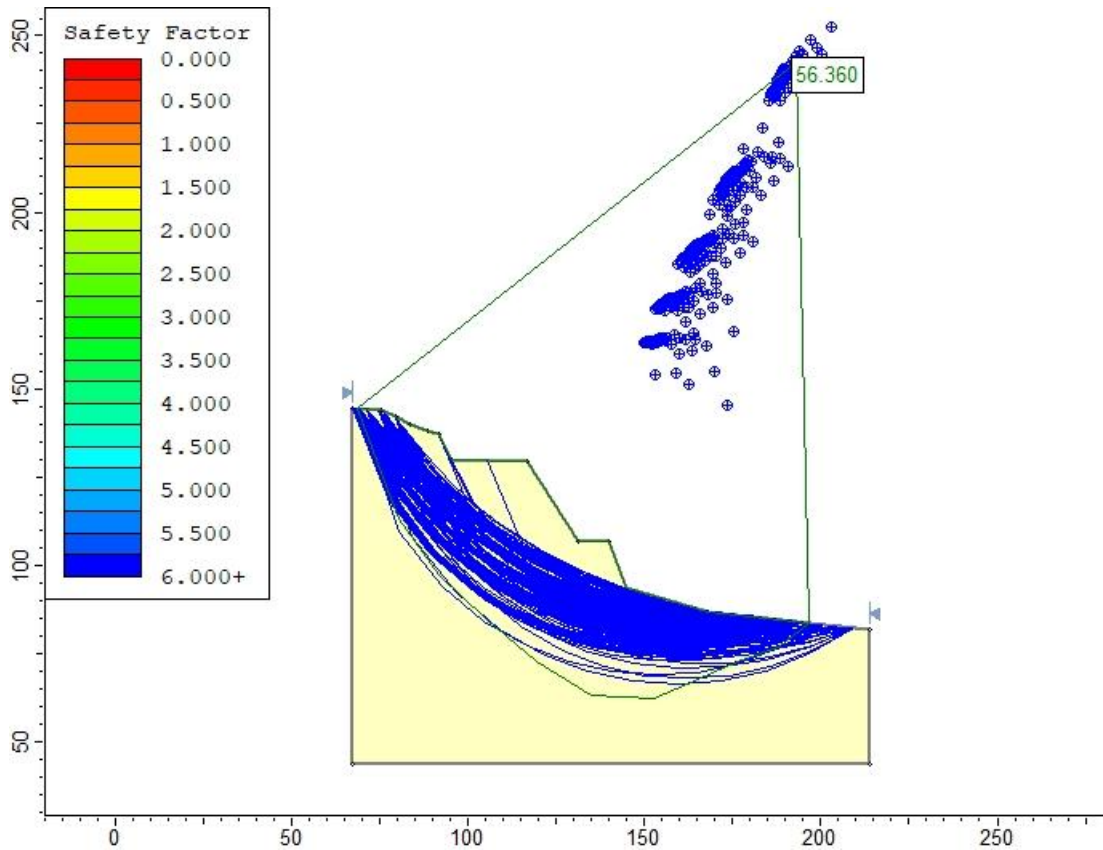


图 5-6 工况 1 计算结果图

2、工况 2

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	3.74577	427.908	石灰岩 2	12825	42.15	245.748	12434.5	-431.443	-431.443
2	3.74577	1283.72	石灰岩 2	12825	42.15	249.679	12633.4	-211.697	-211.697
3	3.74577	2087.66	石灰岩 2	12825	42.15	253.372	12820.2	-5.27039	-5.27039
4	4.70793	3499.9	石灰岩 2	12825	42.15	257.919	13050.3	248.918	248.918
5	5.03604	4674.48	石灰岩 2	12825	42.15	262.276	13270.8	492.508	492.508
6	5.03604	5570.91	石灰岩 2	12825	42.15	265.369	13427.3	665.373	665.373
7	4.66291	5298.62	石灰岩 2	12825	42.15	268.042	13562.5	814.775	814.775
8	4.66291	5874.78	石灰岩 2	12825	42.15	270.205	13672	935.742	935.742
9	4.66291	6592.62	石灰岩 2	12825	42.15	272.902	13808.4	1086.45	1086.45
10	4.43768	6913.05	石灰岩 2	12825	42.15	275.906	13960.4	1254.4	1254.4
11	4.43768	7507.58	石灰岩 2	12825	42.15	278.256	14079.4	1385.79	1385.79
12	4.43768	7792.83	石灰岩 2	12825	42.15	279.384	14136.4	1448.83	1448.83
13	3.45944	5830.64	石灰岩 2	12825	42.15	280.681	14202.1	1521.35	1521.35
14	3.45944	5513.42	石灰岩 2	12825	42.15	279.058	14119.9	1430.6	1430.6
15	4.78058	6945.51	石灰岩 2	12825	42.15	279.069	14120.5	1431.21	1431.21
16	4.78058	6647.13	石灰岩 2	12825	42.15	277.954	14064	1368.88	1368.88
17	4.78058	6593.4	石灰岩 2	12825	42.15	277.753	14053.9	1357.66	1357.66
18	2.23711	2650.61	石灰岩 2	12825	42.15	276.159	13973.2	1268.56	1268.56
19	4.31797	4172	石灰岩 2	12825	42.15	274.011	13864.5	1148.47	1148.47
20	4.31797	3632.63	石灰岩 2	12825	42.15	271.749	13750.1	1022.05	1022.05
21	4.31797	3134.54	石灰岩 2	12825	42.15	269.661	13644.4	905.307	905.307

22	5.01474	2948.87	石灰岩 2	12825	42.15	268.071	13564	816.431	816.431
23	5.01474	2144.36	石灰岩 2	12825	42.15	265.157	13416.5	653.521	653.521
24	5.01474	1373.25	石灰岩 2	12825	42.15	262.363	13275.2	497.371	497.371
25	6.82818	699.544	石灰岩 2	12825	42.15	259.723	13141.6	349.75	349.75

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	6.42375	1431.66	石灰岩 2	12825	42.15	234.493	12475.1	-386.523	-386.523
2	6.39084	4056.66	石灰岩 2	12825	42.15	241.098	12826.5	1.64996	1.64996
3	4.73023	4171.12	石灰岩 2	12825	42.15	249.992	13299.7	524.41	524.41
4	4.73023	4831.75	石灰岩 2	12825	42.15	252.695	13443.5	683.27	683.27
5	5.65957	6058.39	石灰岩 2	12825	42.15	255.476	13591.4	846.731	846.731
6	5.65957	6367.38	石灰岩 2	12825	42.15	256.686	13655.8	917.865	917.865
7	5.2077	6630.5	石灰岩 2	12825	42.15	259.564	13808.9	1086.99	1086.99
8	5.2077	7371.61	石灰岩 2	12825	42.15	262.353	13957.3	1250.9	1250.9
9	5.2077	8089.32	石灰岩 2	12825	42.15	265.038	14100.1	1408.73	1408.73
10	4.02395	6152.58	石灰岩 2	12825	42.15	265.723	14136.6	1449.01	1449.01
11	4.02395	5705.17	石灰岩 2	12825	42.15	263.706	14029.3	1330.44	1330.44
12	4.4717	5829.21	石灰岩 2	12825	42.15	261.471	13910.4	1199.11	1199.11
13	4.4717	5534.84	石灰岩 2	12825	42.15	260.184	13841.9	1123.44	1123.44
14	5.58099	6991.3	石灰岩 2	12825	42.15	262.268	13952.8	1245.95	1245.95
15	5.58099	5571.48	石灰岩 2	12825	42.15	257.924	13721.7	990.627	990.627
16	5.58099	4361.68	石灰岩 2	12825	42.15	254.247	13526	774.476	774.476
17	5.19907	3663.11	石灰岩 2	12825	42.15	253.141	13467.2	709.502	709.502
18	5.19907	3253.27	石灰岩 2	12825	42.15	251.853	13398.7	633.789	633.789
19	6.8845	3680.1	石灰岩 2	12825	42.15	250.382	13320.4	547.345	547.345
20	7.0162	3056.39	石灰岩 2	12825	42.15	249.347	13265.4	486.5	486.5
21	4.17625	1503.39	石灰岩 2	12825	42.15	248.026	13195.1	408.834	408.834
22	4.17625	1283.06	石灰岩 2	12825	42.15	247.244	13153.5	362.875	362.875
23	4.17625	1062.73	石灰岩 2	12825	42.15	246.463	13111.9	317.002	317.002
24	3.87442	662.789	石灰岩 2	12825	42.15	247.629	13174	385.525	385.525
25	3.87442	220.93	石灰岩 2	12825	42.15	245.856	13079.6	281.297	281.297

数据记录

编号	x 坐标 [m]	y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	67.1776	144.504	0	0	0

2	70.9234	136.187	-4509.02	0	0
3	74.6691	127.869	-7205.04	0	0
4	78.4149	119.552	-8197.94	0	0
5	83.1228	110.526	-7165.43	0	0
6	88.1589	102.16	-4365.97	0	0
7	93.1949	93.7939	-135.888	0	0
8	97.8578	88.2	3172.05	0	0
9	102.521	82.6061	7146.57	0	0
10	107.184	77.0122	11951.6	0	0
11	111.621	72.1322	16848.6	0	0
12	116.059	67.2522	22376.4	0	0
13	120.497	62.3723	28206.9	0	0
14	123.956	60.35	30312.5	0	0
15	127.416	58.3277	32240.2	0	0
16	132.196	57.9569	31436.8	0	0
17	136.977	57.586	30615.6	0	0
18	141.757	57.2152	29791.3	0	0
19	143.994	57.8934	28313.1	0	0
20	148.312	60.7657	23831.2	0	0
21	152.63	63.638	19722.2	0	0
22	156.948	66.5103	15957.5	0	0
23	161.963	70.7828	11125	0	0
24	166.978	75.0552	7003.18	0	0
25	171.993	79.3277	3562.5	0	0
26	178.821	85.8293	0	0	0

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	68.5018	144.423	0	0	0
2	74.9256	128.251	-7757.38	122.246	-0.902831
3	81.3164	112.155	-9271.64	287.851	-1.77826
4	86.0467	105.4	-6911.35	289.501	-2.39859
5	90.7769	98.6438	-3490.62	182.074	-2.9859
6	96.4365	93.0176	-172.608	10.9626	-3.63406
7	102.096	87.3914	3538.76	-260.557	-4.21106
8	107.304	82.1926	7838.16	-640.232	-4.66963
9	112.511	76.9937	12975.2	-1146.89	-5.0513

10	117.719	71.7948	18918.7	-1771.69	-5.35001
11	121.743	69.6027	21025.8	-2032.34	-5.52102
12	125.767	67.4106	22881.2	-2258.86	-5.63804
13	130.239	64.7519	24900.1	-2486.9	-5.70351
14	134.71	62.0932	26723.5	-2667.51	-5.70032
15	140.291	63.1857	23898.6	-2343.31	-5.60008
16	145.872	64.2782	21376.9	-2018.72	-5.39471
17	151.453	65.3706	19111.8	-1701.63	-5.08795
18	156.652	66.703	16850.4	-1390.01	-4.71572
19	161.852	68.0353	14696.6	-1096.3	-4.26611
20	168.736	69.7755	12020.4	-748.678	-3.564
21	175.752	72.4904	8950.1	-428.721	-2.74244
22	179.928	73.8983	7338.67	-283.515	-2.21241
23	184.105	75.3063	5795.21	-167.807	-1.6586
24	188.281	76.7142	4319.6	-81.9566	-1.08695
25	192.155	80.3248	1968.2	-18.7569	-0.546011
26	196.03	83.9354	0	0	0

(2) 计算结果

经计算，在工况 2 条件下，最小安全稳定系数分别为 50.5985 及 53.2004，取较小值，如下图所示：

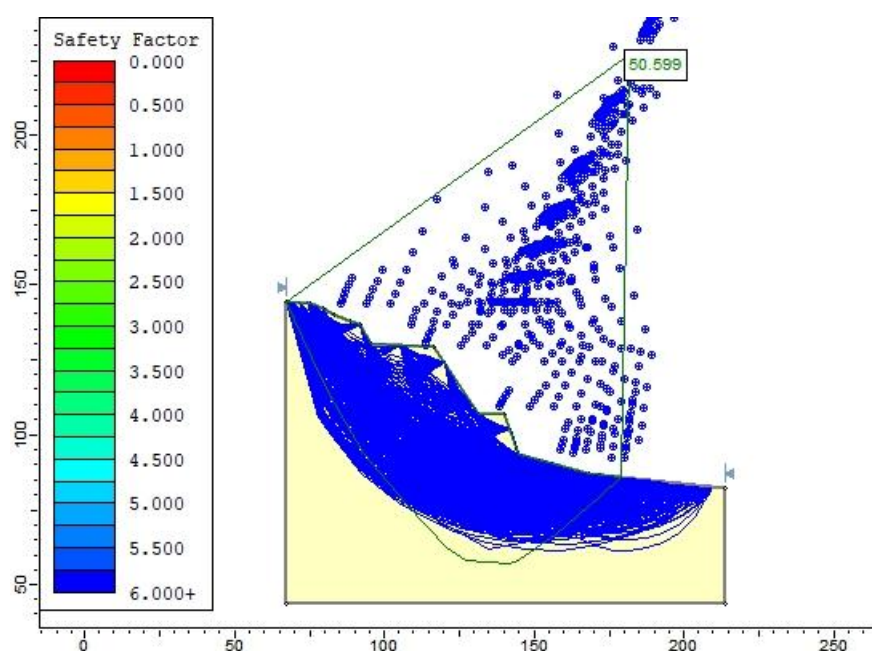


图 5-7 工况 2 计算结果图

3、工况 3

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法和摩根斯坦—普瑞斯法。

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是；地震荷载系数（水平）：
0.15。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	4.53826	686.253	石灰岩 2	12825	42.15	306.475	12290.5	-590.547	-590.547
2	4.53826	2055.62	石灰岩 2	12825	42.15	312.933	12549.4	-304.438	-304.438

3	4.53826	3261.05	石灰岩 2	12825	42.15	318.618	12777.4	-52.5816	-52.5816
4	5.98574	5768.93	石灰岩 2	12825	42.15	327.475	13132.6	339.849	339.849
5	5.98574	7299.14	石灰岩 2	12825	42.15	333.008	13354.5	584.952	584.952
6	5.72382	7546.21	石灰岩 2	12825	42.15	338.773	13585.7	840.378	840.378
7	5.72382	8624.33	石灰岩 2	12825	42.15	342.893	13750.9	1022.92	1022.92
8	4.53826	7700.63	石灰岩 2	12825	42.15	348.234	13965.1	1259.56	1259.56
9	4.53826	8413.18	石灰岩 2	12825	42.15	351.68	14103.3	1412.25	1412.25
10	4.53826	9097.35	石灰岩 2	12825	42.15	354.989	14236	1558.84	1558.84
11	5.55847	11089.5	石灰岩 2	12825	42.15	357.215	14325.3	1657.47	1657.47
12	5.56187	10434.3	石灰岩 2	12825	42.15	357.428	14333.8	1666.89	1666.89
13	6.64816	11548.7	石灰岩 2	12825	42.15	357.132	14321.9	1653.78	1653.78
14	6.64816	11532.3	石灰岩 2	12825	42.15	357.077	14319.7	1651.31	1651.31
15	8.83024	12404.3	石灰岩 2	12825	42.15	352.517	14136.8	1449.3	1449.3
16	6.80737	8602.26	石灰岩 2	12825	42.15	350.949	14074	1379.85	1379.85
17	6.80737	7801.73	石灰岩 2	12825	42.15	348.275	13966.7	1261.37	1261.37
18	6.11638	6239.23	石灰岩 2	12825	42.15	346.952	13913.7	1202.76	1202.76
19	6.11638	5535.63	石灰岩 2	12825	42.15	344.325	13808.3	1086.34	1086.34
20	6.11638	4862.88	石灰岩 2	12825	42.15	341.812	13707.6	975.03	975.03
21	6.80739	4530.28	石灰岩 2	12825	42.15	339.931	13632.1	891.707	891.707
22	6.80739	3515.04	石灰岩 2	12825	42.15	336.514	13495.1	740.294	740.294
23	5.683	2092.23	石灰岩 2	12825	42.15	334.203	13402.4	637.93	637.93
24	5.683	1255.34	石灰岩 2	12825	42.15	330.818	13266.7	487.934	487.934
25	5.683	418.446	石灰岩 2	12825	42.15	327.432	13130.9	337.939	337.939

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础 材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	6.73089	2086.88	石灰岩 2	12825	42.15	283.707	12219.2	-669.235	-669.235
2	6.05856	4387.37	石灰岩 2	12825	42.15	302.688	13036.8	233.941	233.941
3	6.05856	5467.3	石灰岩 2	12825	42.15	306.687	13209	424.231	424.231
4	6.05856	6635.62	石灰岩 2	12825	42.15	311.261	13406	641.876	641.876
5	5.30658	5999.42	石灰岩 2	12825	42.15	316.103	13614.5	872.235	872.235
6	5.30658	6380.73	石灰岩 2	12825	42.15	317.971	13695	961.159	961.159
7	5.02923	6717.15	石灰岩 2	12825	42.15	320.731	13813.9	1092.47	1092.47
8	5.02923	7403.18	石灰岩 2	12825	42.15	324.104	13959.1	1252.96	1252.96
9	5.02923	8062.54	石灰岩 2	12825	42.15	327.351	14099	1407.47	1407.47
10	6.70193	10368.3	石灰岩 2	12825	42.15	327.74	14115.8	1425.99	1425.99
11	6.70193	9267.04	石灰岩 2	12825	42.15	324.061	13957.3	1250.91	1250.91

12	5.92873	7645.74	石灰岩 2	12825	42.15	324.731	13986.2	1282.82	1282.82
13	5.92873	7306.03	石灰岩 2	12825	42.15	323.351	13926.7	1217.14	1217.14
14	4.45796	4184.46	石灰岩 2	12825	42.15	316.795	13644.3	905.196	905.196
15	4.45796	3901.56	石灰岩 2	12825	42.15	315.344	13581.8	836.145	836.145
16	5.72828	4724.67	石灰岩 2	12825	42.15	315.08	13570.4	823.559	823.559
17	5.72828	4327.44	石灰岩 2	12825	42.15	313.573	13505.6	751.882	751.882
18	5.72828	3932.1	石灰岩 2	12825	42.15	312.108	13442.5	682.18	682.18
19	5.20472	3260.73	石灰岩 2	12825	42.15	311.637	13422.2	659.76	659.76
20	5.20472	2956.78	石灰岩 2	12825	42.15	310.495	13373	605.424	605.424
21	5.20472	2652.84	石灰岩 2	12825	42.15	309.378	13324.9	552.246	552.246
22	5.80518	2501.79	石灰岩 2	12825	42.15	309.107	13313.2	539.381	539.381
23	5.80518	1926.61	石灰岩 2	12825	42.15	307.256	13233.5	451.276	451.276
24	5.80518	1351.43	石灰岩 2	12825	42.15	305.403	13153.7	363.124	363.124
25	6.34626	581.496	石灰岩 2	12825	42.15	305.367	13152.1	361.424	361.424

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	67.1776	144.504	0	0	0
2	71.7159	133.52	-7774.47	0	0
3	76.2541	122.536	-12230.2	0	0
4	80.7924	111.553	-13764.6	0	0
5	86.7781	100.148	-10983.7	0	0
6	92.7639	88.7436	-5211.03	0	0
7	98.4877	80.6673	768.982	0	0
8	104.212	72.591	8361.41	0	0
9	108.75	66.8925	15113.7	0	0
10	113.288	61.1939	22827.4	0	0
11	117.826	55.4954	31464.1	0	0
12	123.385	50.2421	39849.1	0	0
13	128.947	46.9875	44851.4	0	0
14	135.595	45.4357	46775.7	0	0
15	142.243	43.8839	48694.2	0	0
16	151.073	45	45824.5	0	0
17	157.881	47.2536	41616.1	0	0
18	164.688	49.5072	37572.9	0	0
19	170.804	52.7276	32513.3	0	0

20	176.921	55.948	27739.2	0	0
21	183.037	59.1684	23238	0	0
22	189.844	63.6984	17564	0	0
23	196.652	68.2285	12446.9	0	0
24	202.335	72.8159	7935.02	0	0
25	208.018	77.4033	4004.94	0	0
26	213.701	81.9907	0	0	0

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	67.1831	144.504	0	0	0
2	73.914	122.141	-16562.8	246.861	-0.853904
3	79.9725	112.958	-15590.2	437.227	-1.60644
4	86.0311	103.774	-12732.4	517.924	-2.32937
5	92.0897	94.5912	-7728.34	406.308	-3.00948
6	97.3963	89.8251	-4348.71	270.569	-3.56025
7	102.703	85.059	-497.971	35.3551	-4.06109
8	107.732	80.0745	4341.93	-340.453	-4.48342
9	112.761	75.0901	10067.7	-854.189	-4.84962
10	117.791	70.1057	16646.2	-1501.8	-5.1552
11	124.492	65.7164	22264.1	-2128.92	-5.46208
12	131.194	61.3271	26972.9	-2667.78	-5.64852
13	137.123	61.3701	26139.4	-2613.59	-5.70983
14	143.052	61.4131	25265.9	-2509.76	-5.6728
15	147.51	61.2757	24605.6	-2404.13	-5.58046
16	151.968	61.1384	23899.9	-2273.39	-5.4337
17	157.696	61.9866	22105.2	-1999.05	-5.1674
18	163.424	62.8347	20320.4	-1712.64	-4.81761
19	169.153	63.6829	18543.7	-1423.53	-4.38977
20	174.357	65.1773	16424.9	-1130.95	-3.93893
21	179.562	66.6717	14347.7	-861.225	-3.43507
22	184.767	68.1661	12310.1	-620.336	-2.88483
23	190.572	71.0345	9343.75	-363.097	-2.22539
24	196.377	73.903	6554.62	-174.884	-1.52835
25	202.182	76.7714	3942.83	-55.431	-0.80545
26	208.529	82.5599	0	0	0

(2) 计算结果

经计算，在工况 3 条件下，最小安全稳定系数分别为 43.0699 及 40.1026，取较小值，如下图所示：

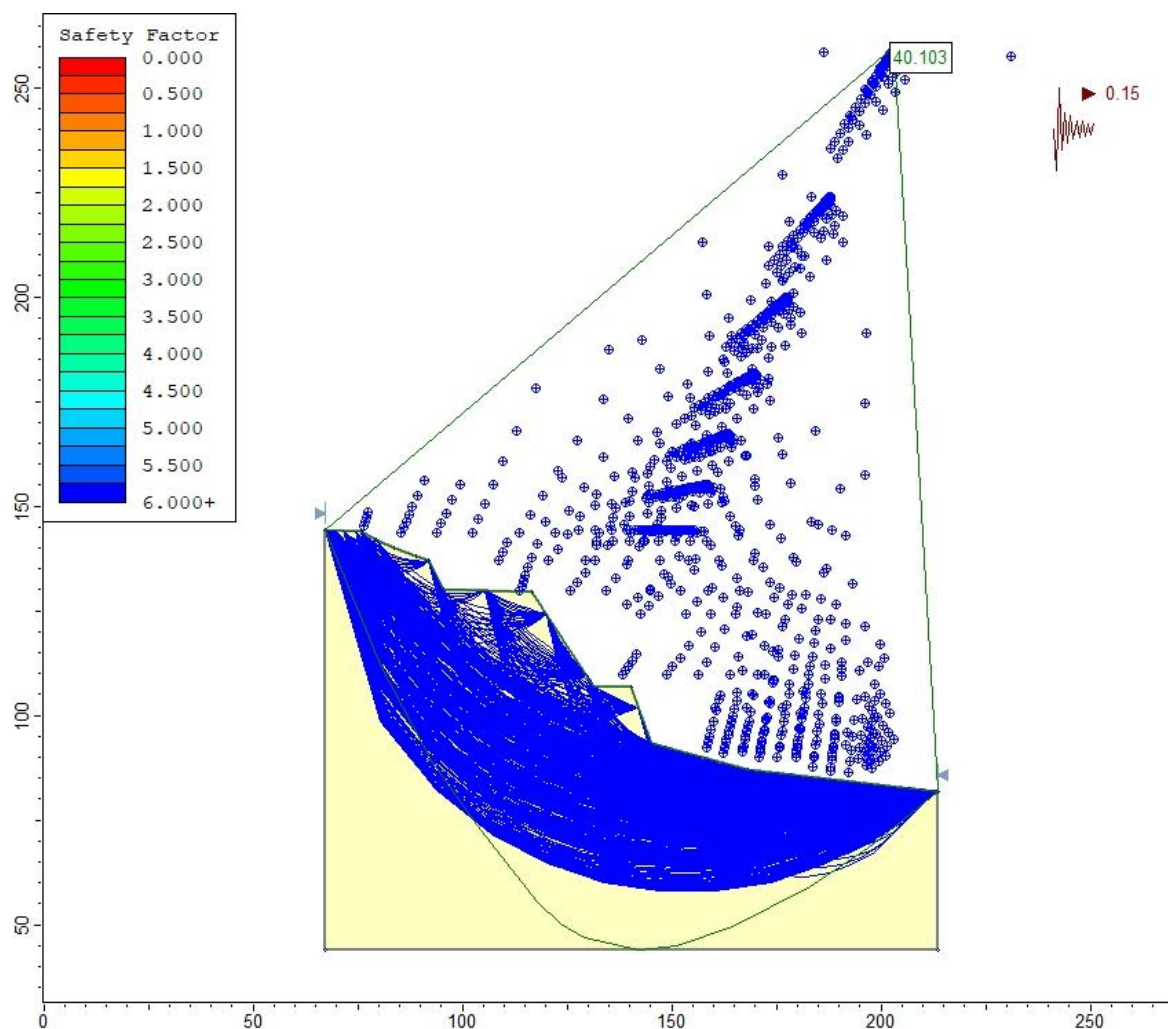


图 5-8 工况 3 计算结果图

(三) C-C' 剖面

计算模型如图 5-9

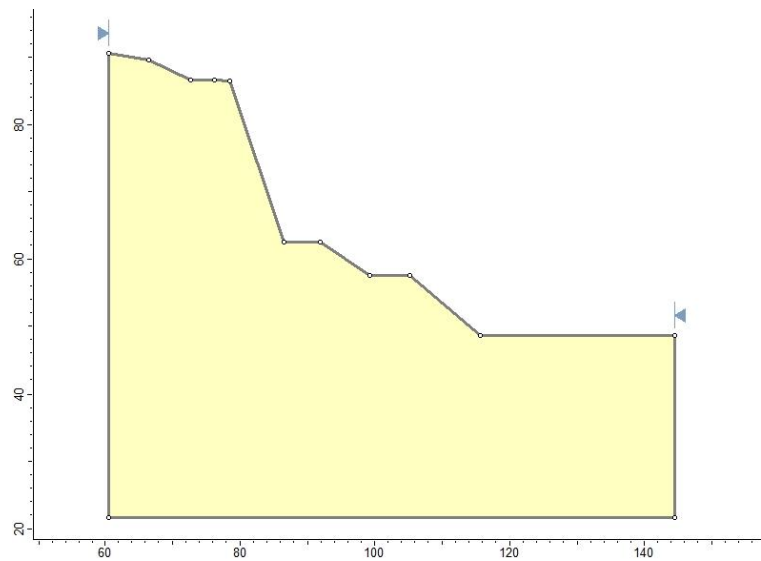


图 5-9 计算模型图

1、工况 1

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无。

材料性质

岩石性质	石灰石 1
强度测试	莫尔—库伦
单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	13500

摩擦角 [deg]	44.37
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	1.87223	133.849	石灰石	13500	44.37	163.158	13111.2	-397.416	-397.416
2	1.87223	401.548	石灰石	13500	44.37	164.839	13246.4	-259.266	-259.266
3	1.87223	669.246	石灰石	13500	44.37	166.521	13381.5	-121.115	-121.115
4	2.11199	1032.5	石灰石	13500	44.37	168.973	13578.6	80.3311	80.3311
5	2.11199	1277.42	石灰石	13500	44.37	170.345	13688.8	192.985	192.985
6	2.11613	1503.34	石灰石	13500	44.37	172.301	13846	353.689	353.689
7	2.11613	1729.54	石灰石	13500	44.37	173.57	13948	457.956	457.956
8	2.11613	1990.85	石灰石	13500	44.37	175.037	14065.8	578.401	578.401
9	2.89303	3060.74	石灰石	13500	44.37	176.823	14209.3	725.106	725.106
10	2.01906	2045.99	石灰石	13500	44.37	177.311	14248.6	765.242	765.242
11	2.00298	1823.94	石灰石	13500	44.37	177.099	14231.5	747.802	747.802
12	1.97807	1547.69	石灰石	13500	44.37	176.542	14186.8	702.073	702.073
13	2.51457	1635.18	石灰石	13500	44.37	175.878	14133.5	647.556	647.556
14	2.51457	1603.27	石灰石	13500	44.37	175.724	14121.1	634.871	634.871
15	2.51457	1591.98	石灰石	13500	44.37	175.669	14116.7	630.382	630.382
16	2.51457	1488.76	石灰石	13500	44.37	175.17	14076.5	589.338	589.338
17	2.33534	1253.23	石灰石	13500	44.37	175.105	14071.3	584.016	584.016
18	2.33534	1117.64	石灰石	13500	44.37	174.396	14014.3	525.768	525.768
19	2.33534	1061.33	石灰石	13500	44.37	174.101	13990.7	501.575	501.575
20	2.33534	1019.64	石灰石	13500	44.37	173.883	13973.1	483.665	483.665
21	2.33534	921.98	石灰石	13500	44.37	173.373	13932.1	441.707	441.707
22	2.08458	662.096	石灰石	13500	44.37	172.982	13900.7	409.633	409.633
23	2.08458	493.099	石灰石	13500	44.37	171.989	13820.9	328.035	328.035
24	2.10052	308.794	石灰石	13500	44.37	171.469	13779.2	285.364	285.364
25	2.10052	102.931	石灰石	13500	44.37	170.264	13682.3	186.387	186.387

数据记录

编号	x 坐标 [m]	y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	60.5131	90.6025	0	0	0
2	62.3854	85.2218	-2443.85	0	0
3	64.2576	79.8411	-4147.5	0	0
4	66.1299	74.4604	-5110.95	0	0
5	68.2418	69.354	-5057.62	0	0
6	70.3538	64.2477	-4431.94	0	0
7	72.47	59.8665	-3246.96	0	0
8	74.5861	55.4853	-1607.86	0	0
9	76.7022	51.1041	555.827	0	0
10	79.5953	45.6581	3993.23	0	0
11	81.6143	42.833	5797.09	0	0
12	83.6173	40.9916	6819.35	0	0
13	85.5954	40.0913	7102.2	0	0
14	88.11	40.0524	6685.17	0	0
15	90.6245	40.0134	6268.04	0	0
16	93.1391	39.9744	5850.87	0	0
17	95.6537	39.9355	5433.35	0	0
18	97.989	40.5674	4655.38	0	0
19	100.324	41.1993	3915.87	0	0
20	102.66	41.8312	3192.33	0	0
21	104.995	42.4631	2480.63	0	0
22	107.33	43.095	1796.62	0	0
23	109.415	44.2039	981.796	0	0
24	111.5	45.3128	259.522	0	0
25	113.6	47.0077	-584.311	0	0
26	115.701	48.7025	0	0	0

（2）计算结果

经计算，在工况 1 条件下，最小安全稳定系数为 80.3593, 如下图所示：

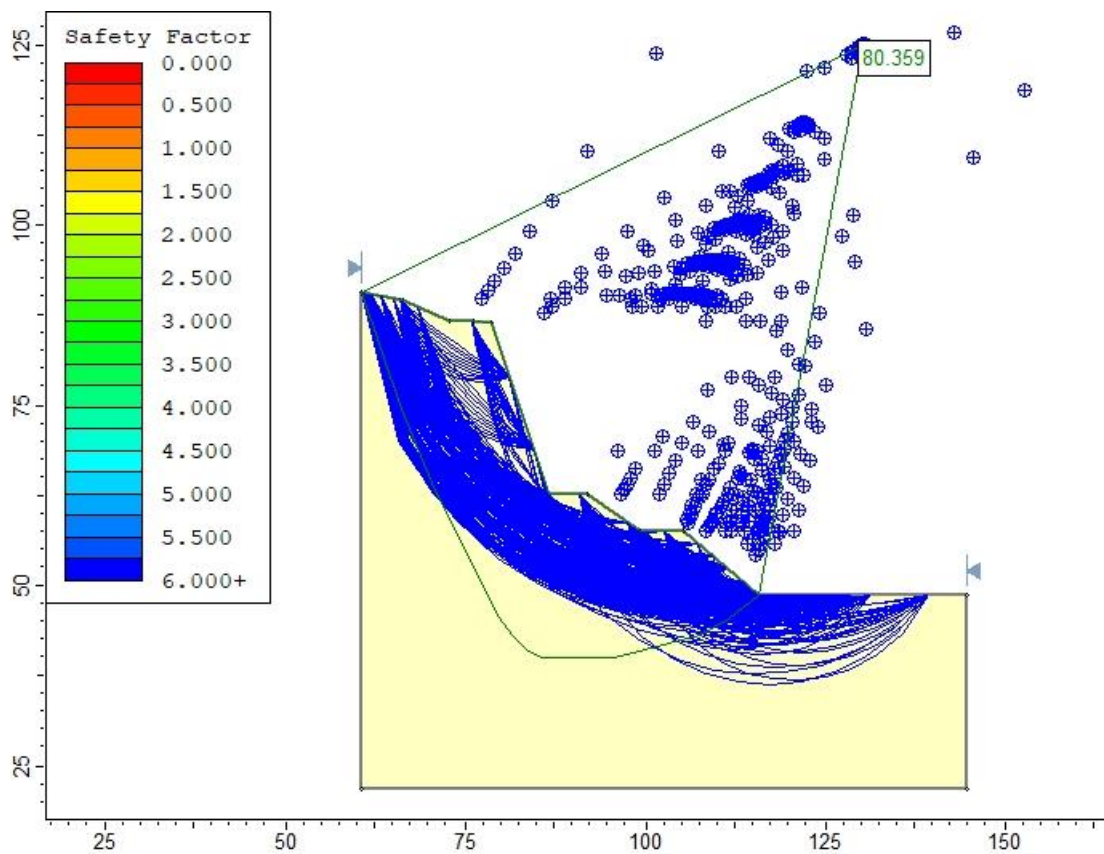


图 5-10 工况 1 计算结果图

2、工况 2

（1）计算数据

分析方法：毕肖普法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦

单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	1.81243	125.981	石灰岩 2	12825	42.15	163.302	12461.4	-401.735	-401.735
2	1.81243	377.944	石灰岩 2	12825	42.15	164.897	12583	-267.318	-267.318
3	1.81243	629.907	石灰岩 2	12825	42.15	166.491	12704.7	-132.899	-132.899
4	2.30063	1112.22	石灰岩 2	12825	42.15	168.959	12893	75.1625	75.1625
5	2.30063	1403.13	石灰岩 2	12825	42.15	170.417	13004.3	198.084	198.084
6	2.08193	1496.15	石灰岩 2	12825	42.15	172.44	13158.6	368.577	368.577
7	2.08193	1714.39	石灰岩 2	12825	42.15	173.654	13251.3	470.936	470.936
8	2.08193	1962.51	石灰岩 2	12825	42.15	175.034	13356.6	587.312	587.312
9	2.08193	2197.71	石灰岩 2	12825	42.15	176.343	13456.5	697.626	697.626
10	2.22074	2307.15	石灰岩 2	12825	42.15	177.132	13516.7	764.213	764.213
11	2.20989	2063.02	石灰岩 2	12825	42.15	177.005	13507	753.489	753.489
12	2.17847	1735.81	石灰岩 2	12825	42.15	176.465	13465.8	707.91	707.91
13	2.84094	1855.05	石灰岩 2	12825	42.15	175.71	13408.2	644.264	644.264
14	2.84094	1823.04	石灰岩 2	12825	42.15	175.576	13398	633.004	633.004
15	2.64892	1666.53	石灰岩 2	12825	42.15	175.617	13401.1	636.465	636.465
16	2.64892	1527.82	石灰岩 2	12825	42.15	174.996	13353.7	584.074	584.074
17	2.20037	1142.88	石灰岩 2	12825	42.15	174.814	13339.8	568.739	568.739
18	2.20037	1036.84	石灰岩 2	12825	42.15	174.24	13296	520.382	520.382
19	2.20037	995.321	石灰岩 2	12825	42.15	174.016	13278.9	501.452	501.452
20	2.20037	956.587	石灰岩 2	12825	42.15	173.806	13262.9	483.79	483.79
21	2.20037	854.822	石灰岩 2	12825	42.15	173.256	13220.9	437.388	437.388
22	2.04941	642.267	石灰岩 2	12825	42.15	172.892	13193.1	406.686	406.686
23	2.04941	478.012	石灰岩 2	12825	42.15	171.935	13120.1	326.023	326.023
24	2.06581	299.289	石灰岩 2	12825	42.15	171.434	13081.9	283.79	283.79
25	2.06581	99.7631	石灰岩 2	12825	42.15	170.277	12993.6	186.267	186.267

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	60.5131	90.6025	0	0	0
2	62.3256	85.3724	-2397.12	0	0
3	64.138	80.1422	-4094.11	0	0
4	65.9504	74.912	-5090.95	0	0
5	68.2511	69.3526	-5061.81	0	0
6	70.5517	63.7933	-4352.65	0	0
7	72.6336	59.5669	-3153.9	0	0
8	74.7156	55.3405	-1525.07	0	0
9	76.7975	51.1141	592.745	0	0
10	78.8794	46.8877	3174.07	0	0
11	81.1002	43.4437	5412.59	0	0
12	83.3101	41.1958	6715.22	0	0
13	85.4885	40.0985	7107.61	0	0
14	88.3295	39.9577	6699.14	0	0
15	91.1704	39.8169	6289.47	0	0
16	93.8193	39.9274	5753.93	0	0
17	96.4682	40.0379	5225.82	0	0
18	98.6686	40.6589	4487.98	0	0
19	100.869	41.2799	3781.44	0	0
20	103.069	41.9009	3087.14	0	0
21	105.27	42.5219	2404.27	0	0
22	107.47	43.1429	1751.43	0	0
23	109.52	44.2488	947.349	0	0
24	111.569	45.3547	234.435	0	0
25	113.635	47.0286	-594.755	0	0
26	115.701	48.7025	0	0	0

(2) 计算结果

经计算，在工况 2 条件下，最小安全稳定系数为 70.3086，如下图所示：

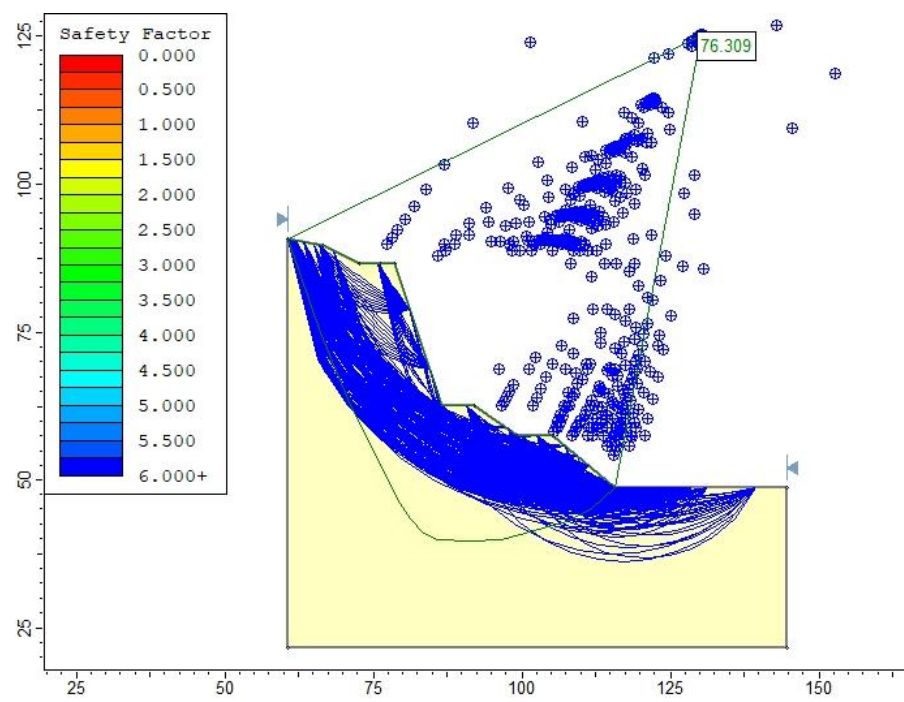


图 5-11 工况 2 计算结果图

3、工况 3

(1) 计算数据

分析方法：毕肖普法

行数：25；公差：0.005；最大迭代次数：50；检查 起点 < 0.2：
是；初始检查值：1；迭代初始实验值：是；地震荷载系数（水平）：
0.15。

地下水分析

地下水方参照水平：侵蚀基准面；孔隙流体单位质量：9.81KN/
立方米；地下水补给：无。

材料性质

Property	石灰岩 2
强度测试	莫尔—库伦

单位重量 [kN/m3]	28.25
内聚力 [kPa]	12825
摩擦角 [deg]	42.15
地下水补给	无
热阻值	0

数据分析

编号	宽度 [m]	重量 [kN]	基础材料	内聚力 [kPa]	摩擦角 [°]	剪切力 [kPa]	切变强度 [kPa]	法向应力 [kPa]	有效正应力 [kPa]
1	1.92316	156.311	石灰岩 2	12825	42.15	188.161	12359.9	-513.802	-513.802
2	1.81618	417.936	石灰岩 2	12825	42.15	191.03	12548.4	-305.568	-305.568
3	1.81618	663.345	石灰岩 2	12825	42.15	192.823	12666.2	-175.471	-175.471
4	1.92535	940.82	石灰岩 2	12825	42.15	195.404	12835.8	11.8889	11.8889
5	1.92535	1146.87	石灰岩 2	12825	42.15	196.831	12929.5	115.428	115.428
6	2.17952	1523.67	石灰岩 2	12825	42.15	199.11	13079.2	280.83	280.83
7	2.17952	1758.92	石灰岩 2	12825	42.15	200.556	13174.1	385.734	385.734
8	2.47791	2320.9	石灰岩 2	12825	42.15	202.865	13325.9	553.339	553.339
9	2.47791	2616.19	石灰岩 2	12825	42.15	204.466	13431	669.481	669.481
10	2.10908	2153.88	石灰岩 2	12825	42.15	205.249	13482.4	726.324	726.324
11	2.09824	1923.37	石灰岩 2	12825	42.15	205.105	13473	715.88	715.88
12	2.07419	1631.29	石灰岩 2	12825	42.15	204.563	13437.4	676.548	676.548
13	2.72188	1773.01	石灰岩 2	12825	42.15	203.923	13395.4	630.112	630.112
14	2.72188	1753.83	石灰岩 2	12825	42.15	203.826	13389	623.078	623.078
15	2.72188	1746.1	石灰岩 2	12825	42.15	203.787	13386.4	620.239	620.239
16	1.96965	1183.16	石灰岩 2	12825	42.15	203.791	13386.7	620.548	620.548
17	1.96965	1097.22	石灰岩 2	12825	42.15	203.189	13347.1	576.859	576.859
18	2.39543	1208.32	石灰岩 2	12825	42.15	203.033	13336.8	565.478	565.478
19	2.39543	1134.88	石灰岩 2	12825	42.15	202.608	13309	534.687	534.687
20	2.39543	1086.13	石灰岩 2	12825	42.15	202.327	13290.5	514.254	514.254
21	2.39543	987.84	石灰岩 2	12825	42.15	201.759	13253.2	473.049	473.049
22	2.11895	703.202	石灰岩 2	12825	42.15	201.401	13229.7	447.079	447.079
23	2.11895	523.495	石灰岩 2	12825	42.15	200.223	13152.3	361.595	361.595

24	2.13012	326.945	石灰岩 2	12825	42.15	199.71	13118.6	324.379	324.379
25	2.13012	108.982	石灰岩 2	12825	42.15	198.284	13024.9	220.834	220.834

数据记录

编号	X 坐标 [m]	Y 坐标 [m]	法向应力 [kN]	剪切力 [kN]	受力角度 [°]
1	60.5131	90.6025	0	0	0
2	62.4363	84.5203	-3463.48	0	0
3	64.2525	79.4274	-5303.98	0	0
4	66.0687	74.3344	-6448.34	0	0
5	67.994	69.6368	-6627.59	0	0
6	69.9194	64.9393	-6292.29	0	0
7	72.0989	60.3609	-5211.97	0	0
8	74.2784	55.7826	-3619.23	0	0
9	76.7563	51.1008	-1183.15	0	0
10	79.2342	46.419	1837.03	0	0
11	81.3433	43.3885	3928.34	0	0
12	83.4416	41.3345	5256.89	0	0
13	85.5157	40.2199	5831.35	0	0
14	88.2376	39.9359	5721.21	0	0
15	90.9595	39.6519	5606.45	0	0
16	93.6814	39.3679	5489.84	0	0
17	95.651	39.5597	5146.84	0	0
18	97.6207	39.7516	4800.52	0	0
19	100.016	40.4719	4088.13	0	0
20	102.412	41.1921	3387.92	0	0
21	104.807	41.9124	2695.78	0	0
22	107.202	42.6327	2019.94	0	0
23	109.321	43.8448	1156.72	0	0
24	111.44	45.057	372.662	0	0
25	113.57	46.8798	-594.968	0	0
26	115.701	48.7025	0	0	0

(2) 计算结果

经计算，在工况 3 条件下，最小安全稳定系数为 65.6882，如下图所示：

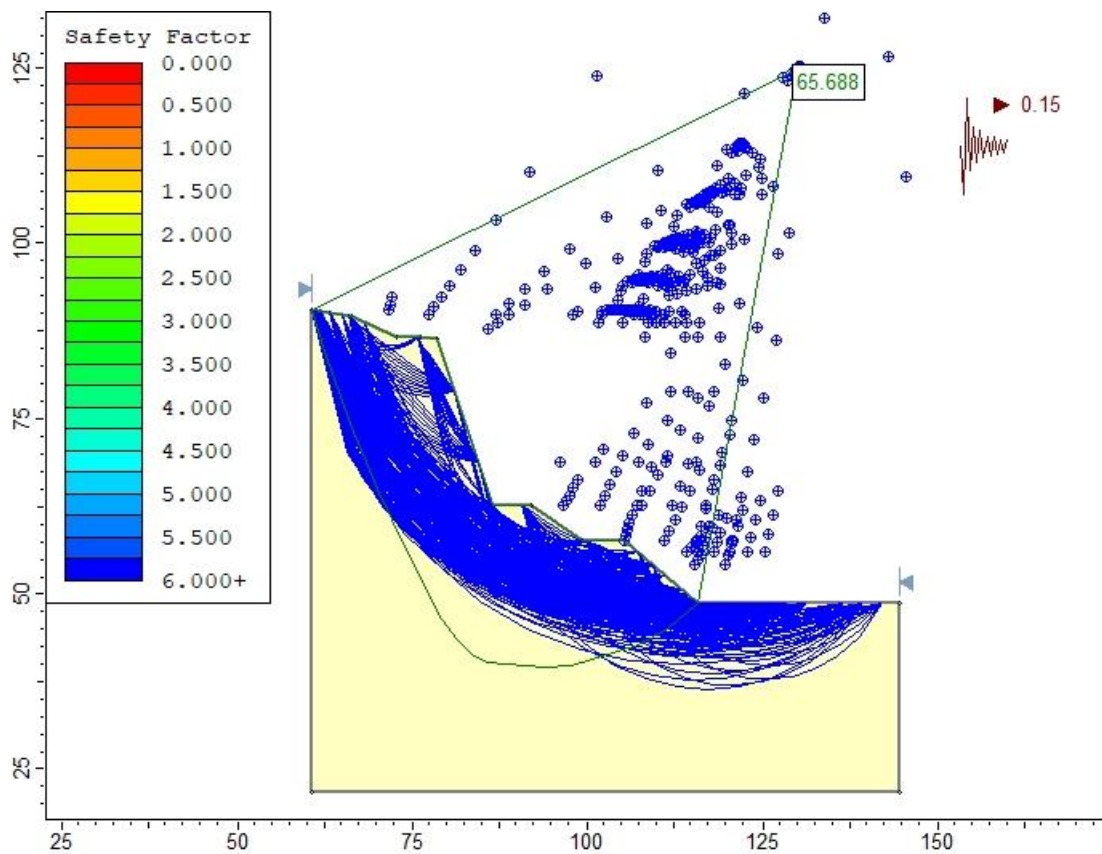


图 5-12 工况 3 计算结果图

（三）计算汇总

根据所选参数，分别对矿山边坡 A-A' 、B-B' 及 C-C' 剖面在三种工况条件下剖面稳定性进行计算分析，计算结果如表 5-3 所示。

表 5-3 矿山边坡稳定性计算结果表

	边坡高度（m）	运行条件	工况 1	工况 2	工况 3	矿山边坡状态
A-A' 剖面	53	临界安全系数	1.10	1.08	1.05	稳定
		计算安全系数	55.285	52.435	39.106	
B-B' 剖面	43.5	临界安全系数	1.10	1.08	1.05	稳定
		计算安全系数	53.376	50.599	40.103	
C-C' 剖面	40.9	临界安全系数	1.10	1.08	1.05	稳定
		计算安全系数	80.359	76.309	65.688	

根据上述计算结果，在自重、自重+暴雨、自重+暴雨+地震条件下的稳定系数均大于临界安全系数，其稳定性满足临界安全要求。

5.2.4 小结

对该矿的采场构成及采剥作业单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，15项检查内容全部符合要求，采用专家评议法对该矿爆破飞石距离及边坡稳定性计算进行了核算，均符合要求。该矿的采场构成及采剥作业满足安全生产的需要。

5.3 采装与运输单元

5.3.1 安全检查表法

采用安全检查表法对采装与运输单元进行评价，详见表 5-4。

表 5-4 采装与运输单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	采掘、运输、排土或其他设备，其主开关送点、停电或启动设备时，应由操作人员呼唤应答，确认无误后方可进行操作。	《GB16423-2020》5.1.13	现场勘查和询问，操作人员能遵守规定。	符合要求
2	使用采掘、运输、排土和其他机械设备，应遵守下列规定：设备运转时，不应对其转动部分进行检修、注油和清扫；设备移动时，不应上下人员；在可能危及人员安全的地点，不应有人停留或通行；终止作业时，应切断动力电源，关闭水、气阀门。	《GB16423-2020》5.1.14	现场勘查和询问，操作人员能遵守规定。	符合要求
3	挖掘机或装载机铲装时，爆堆高度应不大于机械最大挖掘高度的 1.5 倍。	《GB16423-2020》5.2.1.2	挖掘机铲装，爆堆高度小于其最大挖掘高度的 1.5 倍。	符合要求
4	挖掘机汽笛或警报器应完好。进行各种操作时，均应发出警告信号。夜间作业时，车下及	《GB16423-2020》5.2.3.1	现场勘查符合规定。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
	前后的所有信号、照明灯应完好。			
5	挖掘机作业时，铲斗下面及工作面附近，不应有人停留。	《GB16423-2020》5.2.3.3	现场勘查符合规定。	符合要求
6	运输设备不应装载过满或装载不均，也不应将巨大岩块装入车的一端，以免引起翻车事故。	《GB16423-2020》5.2.3.4	运输汽车未超载，装载均匀，无巨大岩块。	符合要求
7	装车时铲斗不应压碰汽车车帮，铲斗卸矿高度应不超过0.5m，以免震伤司机，砸坏车辆。	《GB16423-2020》5.2.3.5	现场勘查符合规定。	符合要求
8	挖掘机铲装作业时，铲斗不应从车辆驾驶室上方通过。装车时，汽车司机不应停留在司机室踏板上或有落石危险的地方。	《GB16423-2020》5.2.3.12	现场勘查符合规定。	符合要求
9	装车时，不应检查、维护车辆；驾驶员不应离开驾驶室，不应将头和手臂伸出驾驶室外。	《GB16423-2020》5.3.2.11	现场勘查符合规定。	符合要求
10	不应用自卸汽车运载易燃、易爆物品；驾驶室外平台、脚踏板及车斗不应载人。不应在运行中升降车斗。	《GB16423-2020》5.3.2.2	爆破器材由当地民爆公司专用车运输，现场勘查符合规定。	符合要求
11	雾天或烟尘弥漫影响能见度，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于30m。视距不足20m时，应靠右暂停行驶，并不应熄灭车前、车后的警示等。	《GB16423-2020》5.3.2.4	现场询问雾天或烟尘弥漫影响能见度时，能做到此规定。	符合要求
12	冰雪或多雨季节道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶；前后车距应不小于40m；拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥。	《GB16423-2020》5.3.2.5	冰雪或多雨季节道路较滑时，有相应的防滑措施，能够减速行驶。	符合要求
13	山坡填方的弯道、坡度较大的填方地段以及高陡路基路段，外侧应设置护栏、挡车墙等。	《GB16423-2020》5.3.2.6	运输道路外侧设置了约0.5m高的挡车墙。	符合要求
14	正常作业条件下，同类车不应超车，前后车距离应保持适当。生产干线、坡道上不应无故停车。	《GB16423-2020》5.3.2.7	现场车辆交通有序，符合此规定要求。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
15	自卸汽车进入工作面装车,应停在挖掘机尾部回转范围0.5m以外,防止挖掘机回转撞坏车辆。汽车在靠近边坡危险区域或危险路面行驶时,应谨慎通过,防止崩塌事故发生。	《GB16423-2020》5.3.2.8	自卸汽车装车时能够与挖掘机保持足够距离,符合此规定。	符合要求
16	车辆在矿区道路上行驶宜采用中速,在采场行驶速度不超过20km/h。	《厂矿道路设计规范》2.4.3	现场勘查矿山道路各技术参数符合要求。	符合要求
17	钻机稳车时,应与台阶坡顶线保持足够的安全距离。	《GB16423-2020》5.2.2.1	现场勘察符合要求。	符合要求
18	钻机靠近台阶边缘行走时,应检查行走路线是否安全;台车外侧突出部分至台阶坡顶线的最小距离为2m,牙轮钻、潜孔钻和钢丝绳冲击式钻机外侧突出部分至台阶坡顶线的最小距离为3m。	《GB16423-2020》5.2.2.2	现场询问能够按此规定作业。	符合要求
19	钻机移动时,机下应有人引导和监护。钻机不宜在坡度超过15°的坡面角上行走;如果坡面角超过15°,应放下钻架,由专人指挥,并采取防倾覆措施。行走时,司机应先鸣笛,履带前后不应有人;不应90°急转弯。或在松软地面行走;通过高、低压线路时,应保持足够安全距离。钻机不应长时间在斜坡道上停留;没有充分的照明,夜间不应远距离行走。起落钻架时,非操作人员不应在危险范围内停留。	《GB16423-2020》5.2.2.3	钻机移动时,有专人监护和指挥,能够符合此规定。	符合要求
20	挖掘机应在作业平台的稳车范围内行走。反铲式挖掘机上下坡时,驱动轴应始终处于下坡方向;铲斗应空载,并下放与地面保持适当距离;悬臂轴线应与行进方向一致。	《GB16423-2020》5.2.3.10	现场勘察符合要求。	符合要求

5.3.2 小结

对该矿的采装与运输单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，20 项检查内容全部符合要求。该矿的采装与运输单元满足安全生产的需要。

5.4 防火及防排水单元

5.4.1 安全检查表法

采用安全检查表法对防火及防排水单元进行评价，详见表 5-5。

表 5-5 防火及防排水单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	重要采掘设备，应配备灭火器材。设备加注燃油时，不应吸烟或采用明火照明。不应在采掘设备上存放汽油和其他易燃易爆材料，不应用汽油擦洗设备。易燃易爆器材，不应放在电缆接头、轨道接头或接地极附近。废弃的油、棉纱、布头、纸和油毡等易燃品，应妥善管理。	《GB16423-2020》5.9.2.2	现场勘查符合规定。	符合要求
2	应结合生活供水管设计地面消防水管系统，水池容积和管道规格应考虑两者的需要。	《GB16423-2020》5.9.2.3	现场勘查符合规定。	符合要求
3	木材场、防护用品仓库、炸药库、氢和乙炔瓶库、石油液化气站和油库等场所，应建立防火制度，采取防火措施，备足消防器材。	《GB16423-2020》5.9.2.5	现场勘查符合规定。	符合要求
4	露天矿山应设置防、排水机构。大、中型露天矿应设专职水文地质人员，建立水文地质资料档案。每	《GB16423-2020》5.9.1.1	现状条件下为山坡露天矿，自流排水，暂未设置防排水机构。	符合要求

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
	年应制定防排水措施，并定期检查措施执行情况。			

5.4.2 小结

对该矿的防火及防排水单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4 项检查内容全部符合要求。该矿的防火及防排水单元满足安全生产的需要。

5.5 排土场单元

5.5.1 安全检查表法

采用安全检查表法对排土场单元进行评价，详见表 5-6。

表 5-6 排土场单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	在排土场边缘，推土机不应沿平行坡顶线方向推土。	《GB16423-2020》5.7.12	未见有沿平行坡顶线方向推土。	符合要求
2	排土场作业区内烟雾、粉尘、照明等因素导致驾驶员视距小于 30m，或遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，停止推土作业。	《GB16423-2020》5.7.12	遇暴雨、大雪、大风等恶劣天气时，或视距小于 30m 时能够停止排土作业。	符合要求
3	排土卸载平台边缘，有固定的挡车设施，其高度不小于轮胎直径的 1/2，车挡顶宽和底宽分别不小于轮胎直径的 1/4 和 3/4；设置移动车挡设施的，对不同类型移动车挡制定相应的安全作业要求，并按要求作业。	《GB16423-2020》5.7.12	在排土场边缘设有车挡，车挡高 0.6m，底宽 0.8m，顶宽 0.4m。	符合要求
4	排土场内平台设置 2%~5% 的反坡。	《GB16423-2020》5.7.19	该排土场为单台阶排土，排土场顶部平台设有 3%~5% 反坡。	符合要求

5.5.2 小结

对该矿的排土场单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4项检查内容全部符合要求。该矿的排土场单元满足安全生产的需要。

5.6 警示标志及照明单元

5.6.1 安全检查表法

采用安全检查表法对警示标志及照明单元进行评价，详见表5-7。

表 5-7 警示标志及照明单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	事实记录	结论
1	开采境界内和最终边坡邻近地段的废弃巷道、采空区和溶洞，应及时标在矿山平面图上，并随着采掘作业的进行，及时设置明显的警示标志。	《GB16423-2020》5.2.5.1	无废旧巷道、采空区等。	符合要求
2	露天矿边界应设可靠的围栏或醒目的警示标志，防止无关人员误入。露天矿 2m 范围内，可能危及人员安全的树木及其他植物、不稳固材料和岩石等，应予清除。露天矿边界上覆盖的松散岩土层厚度超过 2m 时，其倾角应小于自然安息角。	《GB16423-2020》5.1.9	露天采场境界设置了安全警示标志。边界范围内危及人员安全的植物和岩石均已清除，边界上覆盖的松散岩土层倾角小于自然安息角。	符合要求
3	露天矿照明使用电压，应为 220V。行灯或移动式电灯的电压，应不高于 36V，在金属容器和潮湿地点作业，安全电压应不超过 12V。	《GB16423-2020》5.8.4.4	白班作业，不涉及。	不涉及

5.6.2 小结

对该矿的警示标志及照明单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4项检查内容全部符合要求。该矿的警示标志及照明单元满

足安全生产的需要。

5.7 矿山供配电设施单元

该矿山为露天开采，仅白天一班生产，故作业区无需照明等供电设施，开采设备均为柴油设备，采场内无需供电设施。故该单元不存在危险有害因素。

5.8 重大生产安全事故隐患判定

依据国家矿山安全监察局《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》矿安[2022]88号，金属非金属露天矿山符合下列条件之一的，为重大生产安全事故隐患。

表 5-8 露天开采单元安全检查表

检查内容	检查依据	事实记录	结论
地下开采转露天开采前，未探明采空区和溶洞，或者未按设计处理对露天开采安全有威胁的采空区和溶洞。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	不涉及。	符合要求
（二）使用国家明令禁止使用的设备、材料或者工艺。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	现场勘察无使用国家明令禁止使用的设备、材料或者工艺。	符合要求
（三）未采用自上而下的开采顺序分台阶或者分层开采。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	矿山按照设计采用自上而下的开采顺序分台阶或者分层开采。	符合要求
（四）工作帮坡角大于设计工作帮坡角，或者最终边坡台阶高度超过设计高度。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》	经评价组现场勘察该矿山工作帮坡角符合设计要求。	符合要求

	矿 安 [2022]88号		
(五) 开采或者破坏设计要求保留的矿(岩)柱或者挂帮矿体。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	不涉及。	符合要求
(六) 未按有关国家标准或者行业标准对采场边坡、排土场边坡进行稳定性分析。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	沈阳嘉纳工程技术有限公司于 2023 年 4 月出具《本溪市祥通石灰石有限公司露天开采建设项目露天采场边坡稳定性分析》。	符合要求
(七) 边坡存在下列情形之一的： 1. 高度 200 米及以上的采场边坡未进行在线监测； 2. 高度 200 米及以上的排土场边坡未建立边坡稳定监测系统； 3. 关闭、破坏监测系统或者隐瞒、篡改、销毁其相关数据、信息。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	不涉及。	符合要求
(八) 边坡出现滑移现象，存在下列情形之一的： 1. 边坡出现横向及纵向放射状裂缝； 2. 坡体前缘坡脚处出现上隆（凸起）现象，后缘的裂缝急剧扩展； 3. 位移观测资料显示的水平位移量或者垂直位移量出现加速变化的趋势。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	不涉及。	符合要求
(九) 运输道路坡度大于设计坡度 10% 以上。	《金属非金属矿山重大事故隐患判定标准》 矿 安 [2022]88号	经评价组现场勘察，运输道路符合设计要求。	符合要求
(十) 凹陷露天矿山未按设计建设防洪、排洪设施。	《金属非金属矿山重大事故	经评价组现场勘察，该矿山防排水设施符合设计要求。	符合要求

	隐患判定标准》 矿 安 [2022]88 号		
(十一) 排土场存在下列情形之一的： 1. 在平均坡度大于 1:5 的地基上顺坡排土，未按设计采取安全措施； 2. 排土场总堆置高度 2 倍范围以内有人员密集场所，未按设计采取安全措施； 3. 山坡排土场周围未按设计修筑截、排水设施。	《金属非金属 矿山重大事故 隐患判定标准》 矿 安 [2022]88 号	不涉及。	符合 要求
(十二) 露天采场未按设计设置安全平台和清扫平台。	《金属非金属 矿山重大事故 隐患判定标准》 矿 安 [2022]88 号	该矿山设置了安全平台和清扫平台。	符合 要求
(十三) 擅自对在用排土场进行回采作业。	《金属非金属 矿山重大事故 隐患判定标准》 矿 安 [2022]88 号	不涉及。	符合 要求

本溪市祥通石灰石有限公司露天开采不存在上述 13 项重大事故隐患，确定该矿山露天开采不存在重大生产安全事故隐患。

6 建议补充的安全对策措施

本溪市祥通石灰石有限公司露天开采在安全生产方面采取了许多安全管理措施和安全技术措施，在一定程度上改善了该矿露天开采的生产作业环境和作业条件。建议补充以下安全对策措施。

(1) 严格按照爆破设计进行爆破，在进行爆破作业时，加强爆破安全警戒，防止外来人员进入，完善避炮设施。

(2) 进一步加强警示标志的设置及维护。

(3) 加强对采场边坡的检查、监测；定期对安全平台和清扫平台进行清理。

(4) 及时处理工作帮和固定帮上的危岩和浮石（尤其是边坡的危岩和浮石），并派专人监视。

(5) 边坡浮石清理完毕之前，其下方不应生产，人员和设备不应在边坡底部停留，并在边坡底部设置安全警示标志。

(6) 企业应严格落实边坡管理制度，按照设计要求留设安全平台和清扫平台，控制边坡角度，保证边坡稳定。对边坡重点部位高陡边帮的地段应进行降段或削坡。

(7) 临近最终边坡的采掘作业，必须按设计确定的宽度预留安全平台。

(8) 对采场工作帮应每季检查一次，高陡边帮应每月检查一次，不稳定区段在暴雨过后应及时检查，发现异常应立即处理。

(9) 在即将进入深凹露天开采之前，严格按设计要求购置排水设备与管线，并按设计要求进行深凹露天开采所需的机械排水布置。

7 评价结论

7.1 安全现状综合评述

通过对本溪市祥通石灰石有限公司露天采场的安全生产现状所做上述具体评价，其安全现状综合总结如下：

（1）企业生产与经营必备的营业执照、采矿许可证、安全生产许可证等证件齐全有效。

（2）企业主要负责人、专职安全员持有有效的安全管理资格证，特种作业人员能持证上岗。

（3）建立了安全生产管理机构，制定了安全生产责任制、较完善的安全生产规章制度、岗位责任制及各工种操作规程。

（4）成立了事故应急救援组织，配置了应急救援人员和应急救援所需要的物资，编制了《事故应急救援预案》。

（5）按规定提取了安全技术措施专项经费，安全生产投入符合安全生产要求。

（6）企业为职工缴纳了保险费，保额符合规定。

（7）实施露天开采有具有资质的设计单位设计的初步设计和符合实际情况的附图。

（8）危险区域与露天采场境界设置了安全警示标志。

（9）自上而下分台阶开采，采用中深孔爆破。

7.2 各评价单元的评价结果

通过对本溪市祥通石灰石有限公司露天采场各评价单元的归纳与整合，各评价单元的评价结果如下。

7.2.1 安全生产管理

本溪市祥通石灰石有限公司露天采场在安全生产管理方面做了很多工作，企业生产与经营必备的证照齐全有效；特种作业人员具备相关资质证书；建立了安全管理机构与安全生产责任制；制定了完善的安全生产规章制度和完善的操作规程；制定了事故应急救援预案，建立了应急救援组织；安全生产投入符合安全生产要求；依法为职工参加了保险，缴纳的保额符合规定，有具有资质的设计单位设计的开采设计和符合实际情况的附图。总之，本溪市祥通石灰石有限公司露天采场的安全生产管理能适应安全生产的需要。

7.2.2 采场构成及采剥作业

对该矿的采场构成及采剥作业单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，15项检查内容全部符合要求，采用专家评议法对该矿爆破飞石距离及边坡稳定性计算进行了核算，均符合要求。该矿的采场构成及采剥作业满足安全生产的需要。

7.2.3 采装与运输

对该矿的采装与运输单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，20项检查内容全部符合要求。该矿的采装与运输单元满足安全生产的需要。

7.2.4 防火及防排水

对该矿的防火及防排水单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4项检查内容全部符合要求。该矿的防火及防排水单元满足安

全生产的需要。

7.2.5 排土场

对该矿的排土场单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4项检查内容全部符合要求。该矿的排土场单元满足安全生产的需要。

7.2.6 警示标志及照明

对该矿的警示标志及照明单元采用安全检查表方法进行逐项检查评价，4项检查内容全部符合要求。该矿的警示标志及照明单元满足安全生产的需要。

7.2.7 重大生产安全事故隐患判定

本溪市祥通石灰石有限公司露天开采不存在检查表中13项重大事故隐患，确定该矿山露天开采不存在重大生产安全事故隐患。

7.3 安全总体评价结论

按照科学、严谨、客观、公正的原则，本着对工作高度负责的精神，依据国家及地方政府的相关法律、法规、文件及规范的规定，本次评价认定：**本溪市祥通石灰石有限公司露天开采生产现状符合安全生产要求。**

8 附件

- (1) 营业执照
- (2) 采矿许可证
- (3) 安全生产许可证
- (4) 安全生产领导组织机构
- (5) 安全生产责任制
- (6) 安全生产规章制度和操作规程目录
- (7) 安全资质证书（主要负责人、安全管理人员）
- (8) 特种作业人员资格证
- (9) 为从业人员缴纳保险费凭证
- (10) 安全生产费用提取计划及使用说明
- (11) 劳保用品发放记录
- (12) 生产安全事故应急预案备案登记表
- (13) 爆破协议
- (14) 矿山救护协议
- (15) 特种设备检测检验报告

9 附图

(1) 设计开采终了图

(2) 石灰岩露天采场现状平面图