

辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿
矿产资源开发利用方案

库号：2016N2

本钢设计研究院有限责任公司

2016年2月

辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿
矿产资源开发利用方案

库号：2016N2

院 长：张志辉

总 工 程 师：黄隆杰

总 设 计 师：姚绍强

本钢设计研究院有限责任公司

2016年2月

参加编制人员

姓名	专业	职称	签字
李廷光	采矿	高级工程师	
樊志刚	采矿	工程师	
蔡兴伟	采矿	工程师	
玉坤	采矿	工程师	
袁枚	技经	助理工程师	
宛井旭	总图	工程师	
刘金航	地质	工程师	

报告编制负责人：蔡兴伟

目 录

1. 概述	1
1.1 矿区位置	1
1.2 企业性质	1
1.3 编制目的和编制依据	1
1.4 以往地质工作	3
1.5 矿业权设置情况	5
1.6 矿山设计、开采现状	6
1.7 需要说明的问题	8
2. 矿产品需求现状和预测	9
2.1 铁矿石在国内外需求情况和市场供应情况	9
2.2 产品价格分析	10
3. 矿产资源概况	11
3.1 矿区地质概况	11
3.2 矿床地质	19
3.3 矿石加工技术性能	26
3.4 开采技术条件	27
3.5 资源储量	31
3.6 地质工作评述	33
4. 主要建设方案的确定	3 4
4.1 开采对象及开采方式的确定	3 4

4.2 矿区范围.....	3 4
4.3 设计利用资源储量.....	3 5
4.4 矿山规模、服务年限、产品方案及工作制度.....	3 7
5. 矿床开采	40
5.1 露天境界	40
5.2 开拓运输.....	41
5.3 开采工艺	43
5.4 矿石损失和贫化	48
5.5 露天矿排水	48
5.6 排土场	52
5.7 矿山下期开采规划	55
6. 选矿及尾矿设施	56
6.1 选矿厂概况.....	56
6.2 工艺流程	56
6.3 尾矿库	59
7. 环境保护	61
7.1 设计依据.....	61
7.2 设计原则.....	61
7.3 环境概况	61
7.4 主要污染物及其控制措施.....	62
7.5 地质灾害预防措施.....	63

7.6 矿山复垦	65
7.7 矿山水土保持措施	67
7.8 边坡稳定性评价	68
8 矿山安全	74
8.1 安全设计依据的规程、规范	74
8.2 安全规章制度	74
8.3 安全机构	75
8.4 主要危险因素及防范措施	75
9 技术经济	78
9.1 工作制度	78
9.2 劳动定员及劳动生产率	78
9.3 矿山投资	79
9.4 成本估算	79
9.5 矿山经济评价	81
10. 开发方案简要结论	82
10.1 开发方案综合评价	82
10.2 矿山主要技术经济指标	83

附件

1、《〈辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审备案证明》（国土资储备字〔2016〕10号）；

2、《〈辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（中矿联储评字〔2016〕5号）；

3、本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿采矿许可证，证号：C1000002011012120104681；

4、本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿企业法人营业执照；

5、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司设计委托书。

附 图

1、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿矿区范围图

2、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿露天采场开采终了平面图

3、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿总平面布置图

4、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿露天采场横剖面图

5、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿露天采场纵剖面图

1. 概述

1.1 矿区位置

南芬铁矿矿区位于辽宁省本溪市南东方向 25km 处，北距沈阳市 108km，南距丹东市 150km，行政区划隶属于本溪市南芬区管辖。矿区距南芬镇 7.5km，距沈丹公路和沈丹高速公路出入口 3.5km，沈丹公路与通往矿山道路相连，正在修建的本溪至辽阳高速公路与沈丹高速公路在南芬段连接，并有专用铁路线直达矿区，交通十分便利，详见交通位置图。

矿区地理位置：

东经 $123^{\circ} 48' 34''$

北纬 $41^{\circ} 05' 37''$ 。

1.2 企业性质

企业性质为国有企业。

法人代表：本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司。

1.3 编制目的和编制依据

1.3.1 编制目的

南芬露天铁矿是一座特大型现代化矿山。辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司委托本钢设计研究院有限责任公司编制南芬露天铁矿矿产资源开发利用方案目的是办理采矿许可证延续的需要。该矿矿区范围、生产规模不变。

辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿交通位置图

比例尺 1:500000



县政府
 镇(乡)政府
 村政府
 国道
 省级公路
 县级以下级公路
 矿山所在位置
 插图 1

1.3.2 编制依据

本次矿产资源开发利用方案编制的主要依据是：

- 1、辽宁省冶金地质勘查局四〇一队于 2014 年 10 月提交的《辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告》和附图；
- 2、北京中矿联咨询中心于 2016 年 1 月 17 日做出的《〈辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审意见书》（中矿联储评字〔2016〕5 号）；
- 3、中华人民共和国国土资源部于 2016 年 2 月 5 日批复的《〈辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审备案证明》（国土资储备字〔2016〕10 号）；
- 4、本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿采矿许可证，证号：C1000002011012120104681；
- 5、辽宁省本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司设计委托书。

1.4 以往地质工作

1953~1954 年，本溪钢铁公司地质处在庙儿沟铁矿铁山区进行地质细查，其目的是为了探明 A₂+B 级 1.5 亿吨的工业矿量，以供铁矿石年产量 460 万 t 的矿山技术设计需要，同时完成了《庙儿沟铁矿铁山区地质勘探工程总结报告》。此次勘探资源储量估算标高自海拔标高 0m 至地表。探获资源储量总计 69611.91 万 t。

1962~1964 年，为了满足铁矿山开采远景规划的需要，鞍山冶金地质勘探公司 407 队对铁山区与其南延部分的黄柏峪区进行了详细地质勘探工作，并于 1964 年 12 月 1 日编制了《庙儿沟铁矿床铁山区边缘-黄柏峪区

补充地质勘探总结报告》。此次针对庙儿沟铁矿床铁山区边缘黄柏峪区铁矿进行的补充勘探工作，资源储量估算深度自地表至 200~300m 标高。其资源储量估算合计 11301.8 万 t。

1975 年冶金工业部指示辽宁省冶金地质勘探公司组织力量，开展南芬铁矿二期扩建地质勘探工作。辽宁省冶金地质勘探公司 107 队于 1975~1976 年对本溪南芬铁矿二期扩建进行了详细的地质勘探工作。经估算，勘探区内共探获铁矿储量（工业+远景）84009.5 万 t，其中工业储量 56626.5 万 t（包括升级储量 19000 万 t），矿石绝大部分为磁铁矿石，其中赤铁矿石储量为 3632.7 万 t，仅占总储量的 4.5%。1976 年 12 月 22 日，该报告经冶金工业部文件（78）冶地字第 1561 号关于《本溪市南芬铁矿二期扩建地质勘探报告》的批复，批准该次勘探报告所提交的铁矿石储量，C+D 级 82482.5 万 t，其 C 级 56626.5 万 t，D 级 25856 万 t（不含原 1527 万 t 远景储量）。

2010 年，为办理采矿权延续工作，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司特委托本溪市矿业开发咨询服务中心，对本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿进行储量核实工作。该储量核实报告于 2010 年 12 月 16 日报送辽宁省国土资源厅，以“辽国土资储备字[2010]214 号”文件予以备案。

1.5 矿业权设置情况

1988年8月4日，首次获得由原中国地质矿产部颁发的采矿许可证，经多次延续变更，本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司于2012年9月29日获得国土资源部颁发的“本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿”采矿许可证，证号：C1000002011012120104681；开采矿种：铁矿；开采方式：露天开采；生产规模：1000万t/a；有效期限：自2012年9月29日至2014年9月28日，该采矿许可证现已延续至2015年12月31日；矿区面积：5.4127Km²；开采深度：由382m~70m。2015年12月14日本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司向国土资源部提交办理采矿权延续申请，国土资源部于2015年12月14日受理了该申请。采矿许可证范围由37个拐点圈定，拐点坐标见表1-1。

本溪钢铁(集团)矿业有限责任公司南芬露天矿采矿许可证范围拐点坐标表

表 1-1

拐点编号	1954 北京直角坐标系		1980 西安直角坐标系(采矿证载明)	
	X 坐标	Y 坐标	X 坐标	Y 坐标
1	4552415	41568145	4552379.51	41568096.63
2	4552285	41568285	4552249.51	41568236.63
3	4552091	41568576	4552055.51	41568527.64
4	4551904	41568774	4551868.51	41568725.64
5	4551664	41569024	4551628.50	41568975.64
6	4551430	41569146	4551394.50	41569097.64
7	4551142	41569266	4551106.50	41569217.64
8	4550911	41569290	4550875.50	41569241.65
9	4550706	41569312	4550670.50	41569263.65
10	4550488	41569342	4550452.49	41569293.65
11	4550254	41569309	4550218.49	41569260.65
12	4549963	41569146	4549927.59	41569096.65
13	4549832	41569101	4549796.49	41569052.65
14	4549703	41568878	4549667.49	41568829.64
15	4549641	41568568	4549605.49	41568519.64
16	4549689	41568296	4549653.49	41568247.64
17	4549865	41568064	4549829.49	41568015.64
18	4550076	41567940	4550040.49	41567891.64

19	4550328	41567884	4550292.49	41567835.63
20	4550544	41567789	4550508.49	41567740.63
21	4550696	41567637	4550660.49	41567588.63
22	4550886	41567564	4550850.49	41567515.63
23	4551083	41567364	4551047.49	41567315.63
24	4551276	41567138	4551240.50	41567089.63
25	4551524	41566948	4551488.50	41566899.62
26	4551762	41566931	4551726.50	41566882.62
27	4552091	41566912	4552055.50	41566863.62
28	4552381	41566831	4552345.50	41566782.62
29	4552678	41566796	4552642.51	41566747.62
30	4552874	41566893	4552838.51	41566844.62
31	4553069	41567114	4553033.51	41567065.62
32	4553178	41567351	4553142.51	41567302.62
33	4553186	41567654	4553150.51	41567605.63
34	4553186	41567914	4553151.41	41567870.73
35	4552964	41568116	4552928.51	41568067.63
36	4552833	41568223	4552797.51	41568174.63
37	4552633	41568232	4552597.51	41568183.63
矿区面积：5.4127km ² ；开采深度：由+382m至+70m标高				

1.6 矿山设计、开采现状

1.6.1 矿山设计

南芬露天铁矿是一个经历了多期勘探、多期设计、多期开采的老矿山，自 1954 年建矿以来，主要开采对象为南芬铁矿的一、二、三层铁。开采范围共有 37 个拐点界定，面积为 5.4127km²，开采标高由+382m 至+70m，设计生产规模 1000 万 t/a；开采方式为露天开采；采矿方法为分水平中深孔爆破；开拓运输系统共有两套，一套为汽车—破碎—铁路联合开拓运输方式；另一套为汽车—倒装矿槽—铁路联合运输方式。南芬铁矿历次采矿设计简述如下：

南芬露天铁矿第一期开采设计是 1956 年由原苏联列宁格勒设计院设计，设计露天底标高+466m，规模 470 万 t/a；第二期开采设计是 1974 年

由鞍山冶金设计院设计，设计露天底标高+190m，规模 1000 万 t/a；第三期开采设计是 1989 年由鞍山冶金设计研究院设计，设计露天底标高+70m，规模 1000 万 t/a。按 1989 年设计，1990 年就应该开始扩帮过渡，但由于资金等因素影响，设备没有按进度到位，直到 1992 年才正式开工，致使扩帮过渡延期，扩帮剥岩欠量较多，造成扩帮与采场正常衔接困难，稳产、增产过渡很难实现，为了解决这一问题，减少扩帮投资，本钢又两次委托鞍山院修改设计，第一次修改是在 1994 年，主要是对下盘扩帮境界进行修改，10 剖面线以南境界不再扩大，只扩 10 剖面线以北地区，投资总额仍为 10.77 亿元；第二次修改设计是在 1996 年，主要是修改上盘扩帮境界，设计总投资为 15.62 亿元。为了取得更佳经济效益，优化运输系统，并合理利用老工业场地，2000 年本钢矿业公司又委托本钢设计院对第三期开采设计的境界进行修改，此次境界修改设计的生产规模仍为 1000 万 t/a，境界底标高仍为+70m 未变。

1.6.2 开采现状

南芬露天铁矿经过五十多年的大型机械化露天开采，采场已由原地表出露最高点 815m 降至 166m 水平，垂直高度下降了 600 多米。截止 2014 年 9 月底，采剥区最低标高已采至 166m 水平，矿石生产台阶主要为北山 310m、298m、286m、274m，主采场 250m~190m 及滑体 310m、298m 等；岩石生产台阶主要为上盘扩帮 592m~412m，下盘扩帮 514m~478m、北山扩帮 358m~274m 及主采场 310m~178m 共 30 多个生产台阶。

矿山矿石运输主要采用汽车—矿石倒装站（矿石破碎站）—准轨铁路联合开拓运输方式，岩石运输主要采用 154 吨和 85 吨级矿用汽车直排至

II、III、V号排土场，部分岩石采用汽车至一号排岩系统排到II号排土场；开拓方式为在上盘矿岩交界线的岩石中掘纵向沟，然后向上、下盘同时推进，形成上下盘两个工作帮，其中，下盘采用缓帮开采，上盘采用陡帮开采。

1.7 需要说明的问题

(1)该矿固定边坡较高，露天采场上、下盘存在滑坡地质灾害，矿山已经投资 1.9 亿元进行边坡治理工程。矿山对下盘出现过的滑体已采取削坡减载、修挡墙、抗滑桩等局部加固措施，目前已处理完毕，不影响矿山的安全生产。矿山应加强水文地质、工程地质和环境地质的研究与调查，加强边坡管理和边坡治理工作，以保证生产安全。

(2)本次境界边坡设计的主要依据是以冶金部保定所等单位于 1988 年 6 月提交的《本钢南芬铁矿深部开采边坡稳定性研究报告》。随着开采深度的下降，为确保生产安全，矿山正在进行深部开采边坡稳定性研究工作。

(3)根据《本溪市南芬铁矿二期扩建地质勘探报告》的勘探结论，矿层延深可能达到-1000m，预计深部远景资源量可能还有 8-10 亿吨。所以，对今后矿床勘探范围、深度应该根据市场经济发展趋势，提前设计下期地质勘探方案，为延长矿山服务年限和扩大矿山规模设计提供地质依据。

2. 矿产品需求现状和预测

2.1 铁矿石在国内外需求情况和市场供应情况

钢铁作为最普通的原材料广泛应用于现代工业的诸多领域，如建筑、汽车、造船、家电和机械制造等。

世界钢铁产量随着世界经济的发展而飞速增长。近几十年，在钢铁产量的增长中，亚洲尤其是东亚地区国家表现最为突出。二十世纪八十年代末韩国迅速崛起，成为世界钢铁生产强国之一。二十世纪九十年代，中国钢铁产量飞速增长，1996年中国钢铁产量突破1亿吨，产量居世界第一位；在最近十来年中，中国钢铁产量占世界钢铁总产量的比重由13%迅速提高到30%以上。2011年我国钢铁产量达到6.6亿吨。

近几年，由于以中国为代表的发展中国家经济持续增长，致使建筑、汽车、造船、家电和机械制造等下游消费不断增加，带动全球钢铁市场消费迅速增长。全球钢铁消费量从2001年的7.21亿吨迅速增长至2006年的12亿吨。我国GDP、全社会的固定资产投资的快速增长带动的钢铁需求的持续旺盛，目前我国已成为全球最大的钢铁消费大国。

2015年，随着国内钢铁生产增速减缓和市场铁矿石供求的增加，全年进口铁矿石市场始终保持供应充足，港口库存不断增加，国内铁矿石市场供大于求矛盾突现，进口铁矿石价格呈现持续下降。

今后我国粗钢产量在8.0—8.5亿吨之间波动，随着国内废钢量的增加，今后长流程生产所需铁矿石增长空间非常有限。但从国内宏观经济环境和钢材市场消费需求分析来看，后期钢铁市

场需求仍会有缓慢的增长。

2.2 产品价格分析

目前国产铁矿石 65%以上品位铁精矿含税平均价格为 500 元/t。虽然目前国内外铁矿石价格较低，但由于国内对铁矿石的需求前景较好，因此在未来铁矿石价格依然有上涨的潜力。

3. 矿产资源概况

3.1 矿区地质概况

矿区大地构造位置在中朝准地台（I），胶辽台隆（I₁），太子河—浑江台陷（I₁²），辽阳～本溪凹陷（I₁²⁻¹）的南端，矿区在半岛状黑背山倒转穹窿构造的南西部。

区域广泛发育有太古界鞍山群、元古界辽河群及古生界、中生界地层。岩浆活动频繁，鞍山群地层混合岩化作用强烈，褶皱构造形态复杂。

3.1.1 地层

矿区处于以鞍山群为核心的黑背山倒转穹窿构造的南西翼。核部已受强烈花岗岩化作用形成花岗片麻岩。穹窿边部不整合覆盖有辽河群地层。矿区西部上元古界青白口系地层以断裂构造覆盖其上。

1、太古界鞍山群

鞍山群地层按区域划分为大峪沟组（Ardy）。分五个岩段。一、五岩段均受混合岩化作用形成混合花岗片麻岩和片麻状混合花岗岩。矿区出露主要为二、三、四岩段，即片岩段、含铁岩段及云母石英片岩段。

（1）片岩段：区域为黑云变粒岩（Ardy2），分布在矿区东部，黑背沟至铁山一带。其岩层厚度约 500m。

（2）含铁岩段（Ardy3）

整合于片岩层之上，由绿色片岩及磁铁石英岩组成，层厚约

350m，自下而上可分三个岩、矿层。

① 绿帘角闪（片）岩（AmL）

由茶信沟至黄柏峪沟，该层岩石矿物成分无论在走向延长或倾斜延深上，岩相变化均较大。中部以绿帘角闪岩为主，庙儿沟附近，夹有 7~8 层薄层磁铁石英岩，长 100m 以内，宽 0.2~0.8m，有星散状黄铁矿晶粒，该层南北两端绿泥石和石英成分增加，逐步过度为石英绿泥片岩。绿泥石也往往在铁矿层的上下盘增多，构成了绿泥角闪片岩。

绿帘角闪岩为黑绿色，块状、片状构造。矿物以角闪石、绿帘石为主，石英、黑云母、斜长石少量。副矿物有磷灰石、磁铁矿及屑石等。

② 石英绿泥片岩（Am）

该层与铁矿层的分布极为密切，在矿区中部多作为铁矿层的顶底板或矿层中的夹层及夹石。当矿体尖灭时，又作为铁矿层的延续层位。

③ 铁矿层

矿区工业铁矿层主要共有三层，即一、二、三层铁矿，个别地段有边缘矿，尤以三层铁矿厚大而稳定。铁矿层走向近南北，倾向西 45° 左右。工业矿段总长度 2900m，其南北两端已有深部工程或物探磁法圈定，铁矿层南起黄柏峪 25-28 线间，北端尖灭于 -6 线。铁矿层总厚度约 150m 左右。其中一层铁平均厚 10.66m；二层铁平均厚 21.29m；三层铁平均厚 87.88m。铁矿层延深变化

极为稳定，地表出露最高标高 815m，已控垂直延深达-300m，倾斜延深在 1600m 以上。各铁矿层之间的绿色片岩（石英绿泥片岩或绿泥角闪片岩 Am）厚由 5m 到 30m 不等。

组成矿层的铁矿石，主要为磁铁石英岩，占矿石总重的 75% 以上。其次有透闪石磁铁石英岩约占 20%左右，其余为赤铁石英岩和磁铁赤铁石英岩。个别工程还见有菱铁磁铁石英岩。

④ 黑云绿泥片岩（Am2）

该层在矿区分布不稳定，主要分布在铁山 0~12 线之间，为三层铁的顶板围岩，延长约 300m，层厚 5~7m。

（3）云母石英片岩段（Ardy4）

整合于三层铁之上，分布在庙儿沟以南~黄柏峪，庙儿沟以北被 F1 断层切割而断失。

2、元古界辽河群浪子山组（Pt₁1）

分布在矿区中部，-6 线以北至黑背沟及矿区东南魏家卜子一带呈不整合覆盖在鞍山群地层之上。该组在区内总层厚 670m。自下而上共分四个岩段：石英岩段（Pt₁11）、千枚岩段（Pt₁12）、千枚岩大理岩互层段（Pt₁13）、千枚岩大理岩互层段（Pt₁14）。

3、青白口系

青白口系地层在矿区内有钓鱼台组及南芬组以不整合覆盖在前青白口系地层之上，与鞍山群为断层接触关系。自下而上：钓鱼台组（Qnd）、南芬组（Qnn）、桥头组（Qnq）。

3.1.2 构造

矿区主要构造有黑背山及露天矿两个倒转背斜及北北东向 F1 大断裂，其形态、规模分述如下：

1、褶皱构造

(1) 黑背山倒转穹窿构造

穹窿构造呈椭圆状，南北长 7.5km，东西宽 6km。穹窿核部为混合花岗片麻岩，向外依次出露鞍山群片岩段和含铁岩段及辽河群地层不整合覆盖其上。背斜轴面倾向西，倾角 40° 左右。背斜西翼倾向北西~南西，倾角 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ；东翼倾向北西~南西，倾角 $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

鞍山式铁矿主要赋存在倒转背斜的西翼庙儿沟至黄柏峪一带呈单斜构造。东翼含铁岩段虽存在，但铁矿层分布不普遍。仅在北部有一段铁矿层，并断续向北东方向延展。

(2) 露天矿倒转背斜

该倒转背斜处于黑背山穹窿倒转构造南西部的外缘。背斜形态虽相近，但规模较小。东西宽 1.5km，南北长 4.5km。轴向近南北，北端延至茶信沟轴向转北东而倾没，由露天矿向南至 0 线，由于 F1 断层的切割使倒转翼保留不全。轴面倾向北西西，倾角 30° 左右。

背斜核部出露有露天矿混合花岗岩，钓鱼台组石英岩不整合覆盖其上，外侧依次出露有南芬组、桥头组及寒武系地层。北部地层走向近东西，倾向北，倾角 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。南部地层走向北，倾

向北西，倾角 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

矿区由于主要受近平行的两个倒转背斜构造的控制。其他褶皱构造不甚发育，但沿背斜翼部的波状弯曲还比较发育，如铁矿层出现的平缓褶皱以及层间的褶皱构造等。

2、断裂构造

矿区主要断裂构造为 F1 断裂，它是区域北东向压扭性断裂南西延长部，进入矿区呈北北东或近南北走向，倾向西，倾角 40° 左右。矿区一段延长为 10km。

F1 断层的上盘为露天矿倒转背斜的倒转翼钓鱼台组石英岩、南芬组页岩。下盘为黑背山倒转穹窿构造的正常翼。由于穹窿背斜翼部的弯转，其下盘接触地层自南而北为片麻状混合岩，鞍山群石英云母片岩，辽河群石英岩，至 -2~-6 线与第三层铁矿直接接触，至茶信沟以北又与辽河群地层接触。断层带中由上下盘围岩角砾及灰白~黄色断层泥组成，宽 5m~20m。

F1 在 -2~-6 线虽交切三层铁矿。但并未切断，而只切割了铁矿层的顶板，三层铁至 -6 线后实为自然尖灭。

F1 断裂从区域构造分析，它是沿太古界古地块的边缘，由于区域压应力的作用，将青白口系地层沿北北东方向斜冲至鞍山群地层之上，致使矿区两个倒转背斜紧密接触。

矿区次一级断裂构造，主要有北北东和北西组及层间破碎构造。北北东向断裂在庙儿沟的两侧较为发育，倾向北西，倾角 70° 左右。断裂面较平直、紧闭。属压扭性质。在坑道中往往可见滴

水或涌水现象。延长一般为几十~百余米。

北西组断裂一般不甚发育，倾向南西，倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。多显张性结构，断裂长度一般在 100m 以内。

层间破碎构造在铁山区矿体厚大地段不甚发育，当矿体变薄或走向变化时，层间破碎或层间滑动较明显，一般多处于矿体的中下部，由于地下水的活动，往往使上下盘矿石氧化成赤铁石英岩。

3.1.3 岩浆岩及脉岩

3.1.3.1 岩浆岩

矿区岩体共有黑背山、永安村、露天矿及燕山期花岗岩体四个。其规模、形态和岩性分述如下：

(1) 黑背山混合花岗片麻岩 (Mr_1^1)

岩体分布在万人坑至黑背山一带，呈南北长东西窄的一个椭圆状岩体。出露面积 13km^2 。

该岩体赋存在黑背山倒转穹窿构造的核部，其范围依次出露有鞍山群大峪沟组第二、三岩段地层。由于它是矿区最下部地层花岗岩化的结果，而又处于铁矿层的下部，故亦称为下部花岗岩带。

花岗片麻岩为淡红色~灰白色，中粒花岗变晶结构，片麻状构造，局部为块状构造。主要成份为石英 35%，更长石 35%及正长石 25%。其次有微斜长石、白云母、黑云母、黝帘石、绿泥石和磁铁矿。副矿物有黄铁矿、白钛矿等。

由于强烈的花岗岩化作用，在中部则有微晶质混合岩、均质混合岩出现。近片岩地段暗色矿物增高，构成明显的片麻状构造，并夹有石英绿泥片岩的残留体。

(2) 永安村片麻状混合花岗岩 (Mr_1^2)

岩体分布在永安村至矿区的南西部，在矿区呈近南北方向，北端呈楔形尖灭于 0 线，南部至黄柏峪沟转向近东西。由于赋存矿层之上，又称上部花岗岩。

在铁山~黄柏峪一带，岩体中有较多的绿帘角闪（片）岩和云母石英片岩夹层及大小不等的绿帘角闪片岩、角闪岩、绿泥黑云片岩、石英绿泥片岩等残留体。

片麻状花岗岩为灰白色，中粒，片麻状构造，矿物成分主要有石英，含量 35~40%；更长石 30~35%。次要矿物有微斜长石、正长石、白云母、黑云母及少量锆石。

(3) 露天矿混合花岗岩 (Mr_2)

岩体分布在露天矿庙儿沟河谷两侧，露天矿倒转背斜的核部。略呈三角形出露，东部与青白口系钓鱼台组石英岩或南芬组页岩，呈断层接触。南北两侧均与钓鱼台石英岩直接接触，从地表及岩心观察接触面清晰，无底砾。岩体产状走向近南北，倾向西，倾角 45° 左右，与地层产状大体一致。

岩体中夹有规模不等的斜长角闪岩，最大的一个斜长角闪岩见于 27 号孔附近，厚 90m，延深 300m。均为混合岩化的残留体。

花岗岩呈肉红色，淡红色，中粒，块状构造，镜下鉴定有花

岗变晶结构、变余胶结花岗变晶结构，缝合线结构及由交代作用而形成的交代穿孔结构等。斜长石净化边现象也较常见。矿物成分主要有石英 35~40%。次要矿物有微斜长石、正长石、白云母、黑云母等。副矿物有锆石。

(4) 燕山期花岗岩 (r_5)

矿区南东魏家堡子~阳沟一带及东北部桦树甸子~桶子路一带，出露有燕山期花岗岩及派生的酸至基性脉岩。其岩性特征简述如下：

中粒斑状黑云花岗岩 (r_5^1 、 r_5^3)

岩石为粉红色~肉红色，中粒斑状结构，主要矿物成分有石英、钾微斜长石及黑云母、白云母等。

3.1.3.2 脉岩

① 斜长煌斑岩 (X)

分布在矿区西部，贯入青白口系地层中。暗黑色，中~粗粒，主要矿物为角闪石、斜长石，次为辉石和磁铁矿，斑晶为角闪石，基质为角闪石和斜长石等组成。

② 花岗斑岩 (r_{π})

分布在铁山至黄柏峪一带，穿入含铁岩层及上部片麻状混合岩中，脉宽 1m~2m，长 200m~1000m。岩石为灰白色，斑状结构，块状构造，矿物成分以正长石、石英为主，次要矿物有微长石、斜长石、方解石等。

③ 蚀变闪长玢岩 (δ_u)

分布在铁山区，岩石为灰黑色，块状构造。矿物成分以中性斜长石、黑云母为主，绿帘石、白云母少量。

④ 石英斑岩 (Q_π)

分布在茶信沟断裂带中，岩石为白~黄色，斑状结构，斑晶为石英，基质为硅质，受构造影响，岩性破碎。

3.2 矿床地质

3.2.1 矿床特征

南芬铁矿是一大型沉积变质型铁矿床，即“鞍山式”铁矿，铁矿层主要赋存在太古界鞍山群含铁岩段中，由①、②、③三层铁矿层组成。矿区内铁矿层受地层控制，上盘围岩有云母石英片岩、黑云母绿泥片岩，下盘围岩有绿泥角闪片岩、石英绿泥片岩、云母石英片岩，与上下盘围岩呈整合接触关系，呈一单斜构造，矿层产状与围岩产状基本保持一致，走向北北西，倾向南西，倾角 40°~50°。

南芬铁矿南起黄柏峪 25 线~28 线间，北止茶信沟，地表出露全长为 3400m。南端 28 线上有 ZK40 号钻孔控制，未见铁矿，向南含铁岩段尖灭；北端工业矿体止于-6 线，ZK39 号钻孔见矿厚度仅为 1.9m，趋近于尖灭，总的来看，整个含铁岩段沿走向向两端尖灭。整个南芬铁矿床，以③层铁矿的厚度、规模最大，出露宽度最大在 8 线，有 194m 厚，向南北两侧逐渐变薄，在南北两个端部，矿层出现由厚变薄的急剧变化，厚度分别为南端（12m）、北端（1.9m）。根据目前多期勘探资料显示，矿床控制

倾斜延深最深已达-330m 标高，但在-330m 标高显示矿层并未有变薄的趋势，反而有加厚的趋势，矿层在延深上仍有潜力，从总体推测，南芬铁矿可能为一走向延长小于倾向延深的大型层状铁矿床。

3.2.2 矿体特征

南芬铁矿为一厚度大、规则、稳定的板状矿体，矿石主要由磁铁石英岩和透闪石磁铁石英岩组成，其次有赤铁石英岩和少量的菱铁磁铁石英岩，现自上而下分别将三个铁矿层叙述如下：

③层铁矿体特征：

为矿区内规模最大的铁矿层，矿层南起 23 线，北止-6 线，总长 2900m。矿层走向为北 30~35° 西，倾向南西，倾角 44~50°，平均 47°。矿层厚 6.0~156.72m，平均 87.88m。矿层延深已控最大深度为 0 线达-330m。从原地表矿层出露最高点 815m 至-330m。垂深达 1145m。总的看来，无论在走向上或倾斜延深上都是厚大、规则而稳定的板状矿层。矿石平均品位 TFe：磁铁贫矿 31.03%、赤铁贫矿 31.17%、磁铁低品位矿 23.82%。

矿石自然类型主要由磁铁石英岩和透闪磁铁石英岩组成，次要有赤铁石英岩及少量菱铁磁铁石英岩。

矿层中的夹石或极贫矿（可溶铁<20%）一般 1~3 层，最多-6 线达 6 层，夹石多为石英绿泥片岩或含磁铁透闪片岩，厚一般 2~5m，个别达 10m。

矿层中未发现较大的断裂构造，仅有北东或北西向小断

层，断距一般很小，对矿层影响不大。F1 断层规模虽大，但仅破坏了-4 线以北的矿层顶板，并未断失矿层。17~21 线之间，有一宽 2m 的花岗斑岩脉，呈北北东方向穿入矿层，其接触界线清晰，两盘矿石无蚀变现象。

②层铁矿体特征：

该层铁地表出露有二段，北段分布在-4~12 线之间，矿段长 1700m；南段分布在 21~25 线，矿段长 600m，共计 2100m。平均品位 TFe：磁铁贫矿 32.71%；赤铁贫矿 36.2%；磁铁低品位矿 21.74%；赤铁低品位矿 21.07%。

矿层走向由-4~8 线为北 25° 西，8~12 线转北 50° 西，12 线以南大致近南北向分布，倾向南西或西，倾角 44~50°，平均 47°。

矿层厚度，北段一般多为 10~30m 之间，纵横变化还比较稳定，南段只 23 线矿层较厚达 70m，两侧均为 10~20m。全层平均厚为 21.29m。倾斜延深还较稳定。

矿石自然类型有：北段为磁铁石英岩和透闪磁铁石英岩，工业类型为磁铁贫矿；南段矿石氧化程度较深，自然类型为磁铁石英岩和赤铁石英岩，工业类型有磁铁贫矿和赤铁贫矿，赤铁贫矿占该矿层的 55.6%，最高 ZK5 号孔占全孔的 70%。

①层铁矿体特征：

该层铁的形态、产状与②层铁基本一致，北段由-4~14 线，其中-4~0 线有一极贫矿段，矿长为 1800m。南段由 21 至 25 线，

其间 23 线有一无矿段，矿长为 400m，合计矿段长 2200m。平均品位 TFe：磁铁贫矿 32.64%、赤铁贫矿 39.67%、磁铁低品位矿 22.39%。

矿层厚度一般为 5~20m，最厚 12 线为 28m，矿层平均厚为 10.66m。矿层延深仍较稳定。

矿石自然类型有磁铁石英岩及赤铁石英岩，南段矿层氧化比较强，以赤铁贫矿为主，25 线以南有一赤铁富矿，宽 4m，延长数 10m。

主要矿体特征见表 3-1。

南芬铁矿矿区主要矿体特征一览表

表 3-1

矿体编号	控制长度(m)	矿体延深(m)	赋矿标高(m)	矿体厚度(m)	平均品位(TFe, %)	变化系数(%)	
						厚度	品位(TFe)
③	2900	1600	815~-300	87.88	31.03	36.56	24.32
②	2100	1430	762~-190	21.29	32.71	22.46	28.82
①	1800	1450	758~-200	10.66	32.64	23.45	20.12

3.2.3 矿石质量

矿石类型：矿石的工业类型主要是需选贫铁矿石，亦有少量的磁铁富矿和赤铁富矿。磁铁富矿仅在 10~12 线的②、③层铁矿中各有一个矿体，0m 标高以上已基本采完。

根据矿石的矿物组合，结构构造特征将矿石划分 6 个自然类型：

①磁铁石英岩：它是三个铁矿层的主要成因类型，占矿石总

量 75%。矿石以磁铁矿和石英为主，不含或少含赤铁矿和透闪石。含铁品位较高，一般均在 30%以上。矿石为灰黑色和钢灰色，粒状变晶结构，条带状构造，部分条带不明显而呈块状构造，条带由白色石英与磁铁矿相混合的黑色条带相间分布而成。条带宽度不等，白色条带宽由 0.1~2mm、黑色条带宽 0.5~3mm。黑白条带数量比 2:1~3:2。矿石以含磁铁矿、石英为主，不含或少含赤铁矿为其主要特征，常含有少量镜铁矿、白云母、透闪石、阳起石、方解石、磷灰石、黄铁矿、铁白云石等。

②透闪石磁铁石英岩：它是磁铁石英岩向磁铁透闪片岩过度的一种矿石类型，占矿石总量的 20%，这种类型以含 5%以上的透闪石为主要特征，SFe 低于 20%者为含磁铁透闪石片岩。其分布多在三层铁靠近顶板的部位。含铁品位多在 30%以下。矿石呈黄白色和灰绿色，条带状构造或片状构造。

③磁铁赤铁石英岩和赤铁磁铁石英岩：是以磁铁矿、赤铁矿为主，其相对含量的多寡为其主要特征。如磁铁矿大于赤铁矿，则称为赤铁磁铁石英岩。矿石呈钢灰色，粒状变晶结构和交代残留结构，致密块状构造和条带状构造。

④赤铁石英岩：以含赤铁矿为主，不含或少含磁铁矿为其主要特征。矿石呈钢灰色，细粒变晶结构，致密块状构造，条痕赤红色，弱磁性，矿物以石英和赤铁矿为主。常伴有镜铁矿、菱铁矿、黄铁矿、磷灰石等。

⑤菱铁磁铁石英岩：以含 10%以上的菱铁矿、铁白云石为其

主要特征。矿石为灰~灰白色，不等粒变晶结构，条带状构造明显，条带由磁铁矿、赤铁矿、石英、碳酸盐矿物组成。。

⑥磁铁滑石片岩：以含滑石、磁铁矿为主及片状构造为其主要特征。此类型较少见，矿石为灰绿色~灰白色，片状构造，显微鳞片变晶结构，具磁性，有滑感，主要组成矿物为滑石和磁铁矿还有微量的石英、白云母、黄铁矿、黄铜矿等。

矿石物质组成：矿区内铁矿石中矿石矿物主要磁铁矿、赤铁矿，次要矿石矿物有黄铁矿、镜铁矿、菱铁矿及微量黄铜矿。主要脉石矿物有石英、透闪石，次要脉石矿物有白云母、方解石、阳起石、滑石、磷灰石、锆石、白云石等。

矿石结构、构造：矿石的结构主要为不均匀粒状变晶结构，其次为纤状变晶结构。

矿石构造主要是条带状构造，条纹状构造和块状构造，其次是片状构造。

矿石化学成份：全区矿石中主要成分为 SiO_2 及 TFe ，两者占矿石化学成分的80%。次要成分为 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 、 Na_2O 、 K_2O 、 P_2O_5 、 S 、 MnO_2 。未发现具有工业意义的稀有分散元素。

矿岩硬度：

矿石硬度系数： $f = 14 \sim 18$

岩石硬度系数：上盘云母石英片岩及混合岩 $f=12\sim14$

下盘绿帘角闪（片）岩 $f=8\sim12$

下盘绿泥片岩和夹层绿泥片岩 $f=4\sim6$

矿岩体重：

矿石体重 3.3 t/m^3 ，岩石体重 2.6 t/m^3 。

矿石和岩石体重值采用 1954 年的实测结果。

3.2.4 矿体围岩和夹石

3.2.4.1 矿体围岩

全矿区铁矿体上下盘围岩主要有云母石英片岩 (TmQ)、绿泥角闪片岩 (Am1)、黑云绿泥片岩 (Am2)、含磁铁石英片岩 (SPS)、绿帘角闪片岩 (AmL)、二云母石英片岩 (GpeL)、石英绿泥片岩 (Am)、花岗片麻岩 (Mr_1^2) 等。各矿体的上下盘围岩至上而下简述如下：

③层铁矿体顶板主要为云母石英片岩、黑云绿泥片岩，其次为花岗片麻岩、石英绿泥片岩；底板主要为绿泥角闪片岩，其次为花岗片麻岩，石英绿泥片岩、云母石英片岩、绿帘角闪片岩。

②层铁矿体顶板围岩为三层铁矿体底板岩性，主要为绿泥角闪片岩，其次为云母石英片岩、花岗片麻岩、石英绿泥片岩、绿帘角闪片岩；底板为石英绿泥片岩、花岗片麻岩、绿帘角闪片岩、二云母石英片岩。

①层铁矿体顶底板围岩主要为石英绿泥片岩、绿帘角闪片岩、含磁铁石英片岩。

上述矿体围岩，均与矿体的产状一致。

3.2.4.2 夹石

矿体的夹石种类与其围岩相近，其主要岩石有绿泥角闪片岩、黑云绿泥片岩、含磁铁石英片岩、绿帘角闪片岩、石英绿泥片岩、含赤铁透闪石英片岩。

①、②层铁矿体夹层很少，③层铁矿体夹层较多。现将③层铁矿体夹石情况概述如下：

在矿区北部-2线夹岩13层。其中夹石英绿泥片岩7层，夹层厚2.2~6.5m，斜深766m至-400m标高还有延深的趋势；夹含磁铁石英片岩5层，厚2.~9m，最大斜深245m，夹黑云绿泥片岩一层，夹层厚3.8m，最大斜深200m，夹层走向长100~450m。矿区南部夹层逐渐减少，矿体至21线只夹岩3层，夹2层黑云绿泥片岩，夹1层含磁铁石英片岩，层夹层厚2~4m。

上述夹石对矿体的连续性无影响，各夹层多为顺层分布，与矿体的产状基本一致。

3.3 矿石加工技术性能

南芬露天铁矿经过多年生产实践论证，证实南芬露天铁矿石属易选铁矿石。目前南芬选矿厂针对磁铁贫矿和赤铁贫矿分别采用不同的选矿流程进行选矿。磁铁矿石主要采用单一磁选工艺流程，赤铁矿石采用的是弱磁选别工艺及强磁一反浮选选别工艺流程。

磁铁矿石生产工艺选用单一磁选选矿工艺流程，为三段一闭路碎矿—二段阶段闭路磨矿—三段磁选—磁选柱精选—中矿浓缩再磨—高频振网筛自循环。产出铁精矿经精矿产品质量分析，铁精矿均为合格产品。

赤铁矿石生产选用弱磁选别工艺及强磁一反浮选选别工艺，矿石经弱磁选别段的尾矿进入强磁前浓缩给矿泵箱，进行强磁一反浮选选别段。产出铁精矿经精矿产品质量分析，铁精矿均为合格产品。

3.4 开采技术条件

3.4.1 水文地质条件

3.4.1.1 区域水文地质条件

本区处于北温带季风气候区，据本溪气象站多年资料统计，年平均降水量 880mm 左右，降雨多集中在七、八、九月份，平均气温 8.2℃，最低气温 -24℃，第四纪冻结深度 1.5m 左右，湿度系数 0.5。由于雨量集中，对矿坑冲水及冲刷破坏地形起着十分重要作用。

区域为古老变岩系地层构成的侵蚀构造中高山地貌。山脉走向近东西，黑背山最高峰 963m，黄柏峪河谷标高 327m，庙儿沟河谷标高 296m。一般山脉多在 500m~600m 标高，相对高度 300m~400m。

矿区水文网不发育，主要有铁山北侧的庙儿沟河和铁山南侧的黄柏峪河为常年性水流，由东西横穿矿区注入细河。

庙儿沟河发源于阳沟岭，由发源地到矿区约 10km 左右，一般流量 $0.1 \text{ m}^3/\text{s} \sim 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水化学类型为重碳酸盐钙钠型水。

黄柏峪河发源于柏子沟，由发源地到矿区约 12km，河床宽 10m 左右，一般流量 $0.3 \text{ m}^3/\text{s} \sim 0.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 。水化学类型为重碳酸盐硫酸盐钙钠型水。

上述两河为矿区生产、生活用水之主要水源。但水位、水量均随季节而变化，雨季水量骤增，旱季水量甚小，主要补给来源为大气降水。

区域内地下水分为两类：即第四系孔隙水和基岩裂隙水两类。

3.4.1.2 矿区水文地质条件

矿区主要断裂构造为 F1 压性断层，充填紧密，多为泥质胶结，透水性不良，而次一级构造和羽毛状裂隙对地下水的赋存却很有意义。矿区最低侵蚀基准面为 230m，目前矿床最低开采标高为 166m，局部矿床位于侵蚀基准面以下。

依据岩性和地下水的赋存条件，将矿区含水层（带）分述如下：

1、第四纪山间沟谷砂砾层孔隙潜水含水层

该层呈条带状分布于庙儿沟和黄柏峪沟谷中，成分主要为坡积、洪积、冲洪砂砾石，厚度一般 1~3m，局部地段钻孔揭露可达 10~20m，宽度 50~100m 左右，水位埋深 0.5~1.0m 左右，泉流量 8.75~16.5 升/秒，第四系并无良好的隔水粘土层，地下水动态受大气降水控制，地下水化学类型为重碳酸盐硫酸盐钙钠型水，富水性中等-强。主要补给来源为大气降水和地表水体。

2、磁铁石英岩构造裂隙脉状含水层（带）

磁铁石英岩、透闪磁铁石英岩和赤铁石英岩，为矿区的主要铁矿层。第三层铁为矿区主要含水层，但其透水性、富水性不均匀，自构造裂隙不发育地段，钻孔中无涌水、漏水现象，在构造裂隙发育地段则含水量较大。地下水化学类型为硫酸盐重碳酸盐钠钙型水。水的来源除大气降水通过矿层露头和风化裂隙带水补

给外，主要接受庙儿沟河水直接补给，但在 2000 年实施庙儿沟河改道工程后，庙儿沟河不再从矿区北部经过，该补给源也不再存在。

①、②层铁厚度较小，一般 10~20m，裂隙不甚发育，透水性较弱。

3、构造含水情况

铁矿层中北东和北西两组裂隙较发育，可直接受大气降水的补给或河水通过风化裂隙和构造裂隙补给地下水。矿区主要断裂构造 F1，为区域压性大断裂的南西延长部，带中均被破碎角砾和断层泥充填胶结，结构紧密，因此，它可视为矿区的隔水带。而次一级断裂构造和层间断裂，对沟通和储存地下水，则起了主要作用。但由于其规模一般不大，裂隙面较紧闭，又阻碍了地下水的畅通。

4、隔水层

鞍山群的绿帘角闪片岩、云母石英片岩、黑云绿泥片岩、绿泥角闪片岩等，因岩性坚硬致密，裂隙不发育，除风化裂隙带含孔隙潜水外，为矿区的隔水岩层。

综上，南芬铁矿矿坑充水的主要来源为大气降水，在雨季局部有积水，水量不大，枯水季节水量较小。由于露天采坑底的机械排水，一定的范围内地层不含水。区内矿体及围岩风化裂隙含水微弱，断裂构造基本不含水，区内第四系不发育，风化带以下为良好的隔水层，河水及第四系孔隙水对矿床开采影响不大。矿

区水文地质条件属以大气降水为主水文地质中等的矿床。

3.4.2 工程地质条件

矿区出露主要为二、三、四岩段即片岩段、含铁岩段及云母石英片岩段。

矿区岩石抗压强度最低的是云母石英片岩，其平行层面抗压强度只有 16.5~21.8Mpa，花岗岩、石英岩、页岩及绿帘角闪片岩等较致密岩石，其抗压强度均较高，一般 60.0Mpa 以上。

采区矿体围岩主要为绿帘角闪（片）岩、石英绿泥片岩、黑云绿泥片岩等，通过岩矿石抗压强度的分析，岩石致密坚硬，为硬质岩石，抗压强度较高，矿体及其顶底板围岩稳定性好。但在矿区的局部部分矿体的顶底板也分布有云母石英片岩等软弱层，这些岩石的稳固性较差。矿区局部有张性断裂构造，对不同地段相应的矿体及其顶底板围岩造成破坏作用，使铁矿体及其顶底板围岩的稳定性降低，矿山开采爆破使边帮表面岩石松动和滑塌现象加剧。随着矿山开采深度的增加，预测露天采坑矿区局部近地表的残坡积风化岩石及软弱层部位易产生滑坡地质灾害危险性中等。

综合分析，总体矿区工程地质条件属以坚硬-半坚硬绿帘角闪（片）岩、石英绿泥片岩、黑云绿泥片岩、石英绿泥片岩等岩石为主的中等类型。

3.4.3 环境地质条件

南芬铁矿区地貌属剥蚀低山地貌，地形变化较大。矿区内标

高 600m~300m, 相对比高一般 300m±。地形坡度一般 20° ~45°。

根据中国地震动参数区划图：矿区所处地震动峰值加速度 0.05g, 地震动反应谱特征周期 0.35s。据 1476 年以来的地震资料记载，该区尚未发生过大的破坏性地震。

该矿为开采多年的老矿山，矿山环境地质条件影响程度大，露天采场、排渣场等矿山建设工程对地表植被环境地质破坏严重；废渣、污水的排放也给环境造成的影响较严重，环境地质质量不良。

综上所述，确定本矿床开采技术条件为以环境地质质量为主要影响因素的复杂类型矿床，即 III-3 类型。

3.5 资源储量

依据《核实报告》的储量评审备案结果，截止 2014 年 10 月 31 日，南芬露天铁矿采矿许可证范围内保有铁矿石资源储量 20585.99 万 t, 平均品位 TFe32.35%。其中控制的经济基础储量 (122b) 11954.29 万 t, 平均品位 TFe31.88%；推断的内蕴经济资源量 (333) 8631.70 万 t, 平均品位 TFe33.03%。

资源储量情况详见表 3-2。

南芬露天铁矿矿区范围内保有资源储量 表 3-2

矿产名称	矿产组合	矿石类型	资源储量类型	矿石量(万 t)	平均品位 TFe%
铁矿	主矿产	磁铁矿石	(122b)	11219.24	31.84
			(333)	7686.42	32.6
			(122b+333)	18905.66	32.15
		赤铁矿石	(122b)	735.05	32.57
			(333)	945.28	36.43

		(122b+333)	1680.33	34.74
	磁铁矿石+ 赤铁矿石	(122b)	11954.29	31.88
		(333)	8631.70	33.03
		(122b+333)	20585.99	32.35

另有，低品位矿（332）+（333）铁矿石量 1106.14 万 t，平均品位 TFe22.99%。其中（332）铁矿石量 581.08 万 t，平均品位 TFe23.02%；（333）铁矿石量 525.06 万 t，平均品位 TFe22.95%。

3.6 地质工作评述

本次矿产资源开发利用方案的主要依据是辽宁省冶金地质勘查局四〇一队于 2014 年 10 月提交的《辽宁省本溪市南芬露天铁矿资源储量核实报告》和附图。四〇一队通过收集以往地质资料和地质工作，基本查明了矿区的地层、构造、岩浆岩的分布规律及铁矿体的分布范围；在矿山提供的露天采场开采现状图等资料的基础上，通过现场调查、地质测量和工程测量工作，重新估算累计查明资源储量、证内保有资源储量及采出量，为采矿许可证办理延续及矿山开采设计提供了地质储量基础依据。

《核实报告》对矿体形态及产状叙述较清楚。储量估算所采用的方法选择基本合理，计算过程基本清晰，储量计算结果可靠。该报告经北京中矿联咨询中心评审，中华人民共和国国土资源部备案，该《核实报告》基本满足要求，可作为编制矿产资源开发利用方案的依据。

4. 主要建设方案的确定

4.1 开采对象及开采方式的确定

4.1.1 开采对象

南芬铁矿为一大型鞍山式沉积变质铁矿床，铁矿层主要由太古界鞍山群含铁岩段的①、②、③三层铁矿组成。在划定的矿区范围内，批采标高+382m~+70m之间的①、②、③三层铁矿均为本方案开采对象。

4.1.2 开采方式的确定

南芬露天铁矿是一座特大型现代化矿山，已采用露天开采 50 多年，形成了完备的矿岩开拓运输系统和齐全的公辅设施。

该矿矿体为一厚度大、规则、稳定的板状矿体，矿区水文地质条件简单，工程地质条件良好。

综合上述条件，采用露天开采技术上、经济上均合理。

4.2 矿区范围

该矿矿区范围由 1、2、3、4、5、6……共 37 个拐点界定，呈不规则的椭圆形，矿区面积为 5.4127km²，开采标高由+382m 至+70m，矿区范围拐点直角坐标详见表 4-1。

矿区范围拐点直角坐标表

表 4-1

拐点编号	1954 北京直角坐标系		1980 西安直角坐标系(采矿证载明)	
	X 坐标	Y 坐标	X 坐标	Y 坐标
1	4552415	41568145	4552379.51	41568096.63
2	4552285	41568285	4552249.51	41568236.63
3	4552091	41568576	4552055.51	41568527.64
4	4551904	41568774	4551868.51	41568725.64
5	4551664	41569024	4551628.50	41568975.64
6	4551430	41569146	4551394.50	41569097.64

7	4551142	41569266	4551106.50	41569217.64
8	4550911	41569290	4550875.50	41569241.65
9	4550706	41569312	4550670.50	41569263.65
10	4550488	41569342	4550452.49	41569293.65
11	4550254	41569309	4550218.49	41569260.65
12	4549963	41569146	4549927.59	41569096.65
13	4549832	41569101	4549796.49	41569052.65
14	4549703	41568878	4549667.49	41568829.64
15	4549641	41568568	4549605.49	41568519.64
16	4549689	41568296	4549653.49	41568247.64
17	4549865	41568064	4549829.49	41568015.64
18	4550076	41567940	4550040.49	41567891.64
19	4550328	41567884	4550292.49	41567835.63
20	4550544	41567789	4550508.49	41567740.63
21	4550696	41567637	4550660.49	41567588.63
22	4550886	41567564	4550850.49	41567515.63
23	4551083	41567364	4551047.49	41567315.63
24	4551276	41567138	4551240.50	41567089.63
25	4551524	41566948	4551488.50	41566899.62
26	4551762	41566931	4551726.50	41566882.62
27	4552091	41566912	4552055.50	41566863.62
28	4552381	41566831	4552345.50	41566782.62
29	4552678	41566796	4552642.51	41566747.62
30	4552874	41566893	4552838.51	41566844.62
31	4553069	41567114	4553033.51	41567065.62
32	4553178	41567351	4553142.51	41567302.62
33	4553186	41567654	4553150.51	41567605.63
34	4553186	41567914	4553151.41	41567870.73
35	4552964	41568116	4552928.51	41568067.63
36	4552833	41568223	4552797.51	41568174.63
37	4552633	41568232	4552597.51	41568183.63
矿区面积：5.4127km ² ；开采深度：由+382米至+70米标高				

4.3 设计利用资源储量

依据《核实报告》的储量评审备案结果，截止2014年10月31日，南芬露天铁矿采矿许可证范围内保有铁矿石资源储量20585.99万t。本次设计利用储量合计12510万t，其中磁铁矿石（122b+333）资源量11699.08万t、赤铁矿石（122b+333）资源量810.92万t，待开采矿量8075.99万t，主要

为下盘挂帮矿量及北山挂帮矿量，待开采矿量由扩帮时回收（详细叙述见 5.7 节）。设计利用资源量见表 4-2，各分层矿岩量见表 4-3。

南芬露天铁矿设计利用资源储量表 表 4-2

矿产名称	矿产组合	矿石类型	资源储量类型	矿石量(万 t)	设计利用量(万 t)	待开采矿石量(万 t)
铁矿	主矿产	磁铁矿石	(122b)	11219.24	8084.72	3084.52
			(333)	7686.42	3614.36	4022.06
			(122b+333)	18905.66	11699.08	7106.58
		赤铁矿石	(122b)	735.05	325.28	409.77
			(333)	945.28	385.64	559.64
			(122b+333)	1680.33	810.92	869.41
		磁铁矿石 + 赤铁矿石	(122b)	11954.29	8460	3494.29
			(333)	8631.70	4050	4581.70
			(122b+333)	20585.99	12510	8075.99

各分层矿岩量表 表 4-3

台阶	矿石量(万 t)	岩石量(万 t)
322m-310m	0	0
310m-298m	0	0
298m-286m	0	0
286m-274m	40	55
274m-262m	220	243
262m-250m	368	367
250m-238m	392	701
238m-226m	412	748
226m-214m	603	881
214m-202m	822	959
202m-190m	1058	1061
190m-178m	1016	1019
178m-166m	1108	958
166m-154m	1098	868
154m-142m	1072	738
142m-130m	953	465
130m-118m	918	346
118m-106m	801	249

106m-94m	694	209
94m-82m	532	77
82m-70m	403	64
合计	12510	10008

4.4 矿山规模、服务年限、产品方案及工作制度

4.4.1 矿山规模、产量安排

根据矿体赋存条件和经济合理的服务年限，结合矿山开采现状，矿山开采总规模确定为 1000 万 t/a(其中磁铁矿石 938 万 t/a、赤铁矿石 62 万 t/a)。经计算，境界内未开采的矿石量为 12510 万 t、需剥离岩石量为 10008 万 t，平均剥采比 0.8t/t(生产剥采比 1.0t/t)。矿山规模开采进度安排和服务年限详见表 4-4。

矿山规模进度安排和服务年限表 表 4-4 (单位：万 t)

项目	第 1-2 年	第 3-4 年	第 5-10 年	第 11 年	第 12 年	第 13 年	合计
矿石	1000×2	1000×2	1000×6	1000	1000	510	12510
岩石	1000×2	900×2	800×6	700	550	158	10008
矿岩量	4000	3800	10800	1700	1550	668	22518
剥采比	1.0	0.9	0.8	0.7	0.55	0.31	0.8

4.4.2 矿山生产能力验证

根据露天采场内矿石量、开采技术条件、采用的装备水平，生产能力分别按采矿工程延深速度和可布置的挖掘机台数进行产量验证。

①按矿山采矿工程延深速度确定生产能力

$$A = \frac{P \cdot V \cdot \eta}{h \cdot (1-e)} = \frac{1035 \times 15 \times 0.95}{12 \times (1 - 0.05)} = 1293 \text{ 万 t/a}$$

式中：A—露天矿可能达到的年生产能力，万 t/a；

P—有代表性的水平分层矿量，万 t；

154m-142m 分层：122b 矿石量 887 万 t、地质差异系数取 1.0；333 矿石

量 185 万 t、地质差异系数取 0.8；计算得该分层矿量为 1035 万 t；

V —矿山采矿工程延深速度，15m/a；

η —矿石回采率，取 95%；

h —阶段高度，12m；

e —废石混入率，取 5%。

按矿山采矿工程延深速度计算，矿山开采规模 1000 万 t/a 可以完成。

②按可能布置的挖掘机台数进行验证

$$A_1 = N_1 \cdot n_1 \cdot Q_1 = 3 \times 2 \times 400 = 2400 \text{ 万 t/a}$$

式中： A_1 —露天矿可能达到的年采剥总量，万 t/a；

N_1 —一个工作阶段可能布置的挖掘机台数，3 台；

Q_1 —挖掘机生产能力，选用 10m³ 挖掘机，取 400 万 t/a ；

n_1 —同时工作的阶段数，2 个台阶。

$$A_2 = N_2 \cdot n_2 \cdot Q_2 = 2 \times 2 \times 400 = 1600 \text{ 万 t/a}$$

式中： A_2 —露天矿可能达到的矿石生产能力，万 t/a；

N_2 —一个采矿阶段可能布置的挖掘机台数，2 台；

Q_2 —挖掘机生产能力，选用 10m³ 挖掘机，取 400 万 t/a ；

n_2 —同时工作的采矿阶段数，2 个台阶。

根据可能布置的挖掘机工作台数计算，矿山采剥能力可满足采剥总量 2000 万 t/a 的要求，矿山生产能力完全可满足开采规模 1000 万 t/a 的要求。

4.4.3 服务年限

$$\text{露天开采: } T = \frac{Q\eta}{A(1-\alpha)} = \frac{12510 \times 0.95}{1000 \times (1-0.05)} = 12.51 \text{ 年}$$

式中： A —矿山规模，万 t/a；

Q —开采矿石量，万 t；

η —矿石回采率，%；

α —废石混入率，%。

该矿山露天开采服务年限为 12.51 年（不含基建期）。

4.4.4 矿山工作制度

矿山年工作日数 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。

5. 矿床开采

5.1 露天境界

5.1.1 境界圈定原则

- 1) 充分合理利用矿产资源，满足矿山开采技术条件的要求。
- 2) 境界剥采比不大于经济合理剥采比，根据该矿的具体情况，经济合理剥采比确定为 $8\text{m}^3/\text{m}^3$ 。
- 3) 境界圈定以《核查报告》评审备案确认的资源量为基础。
- 4) 以划定的矿区范围为边界。
- 5) 设计必须和矿山生产现状相结合，充分利用现有运输道路，现有设施和设备。
- 6) 确定的境界参数应保证生产安全为前提。

5.1.2 露天境界圈定构成要素及结果

本次设计该矿最低露天底标高 70m，露天底宽 50m-100m，露天底长 1550m，台阶高度 12m，并段高度 36m/24m。每隔 2 个安全平台设置 1 个清扫平台，安全平台宽 5m，清扫平台宽上盘 11m-15m，下盘 13m-20m，运输平台宽 30m。

境界圈定结果表

表 5-1

序号	项目名称	单位	本次设计	备注	
1	采矿场尺寸	地表长度	m	3230	
		地表宽度	m	1280	
		边坡最高标高	m	610/710	上盘/下盘
		底部长度	m	1550	
		底部宽度	m	50-100	
		露天底标高	m	178/70	S/N

2	采场封闭口标高		m	334/286	南端/北端
3	阶段高度		m	12	
4	并段高度		m	36/24	上盘/下盘
5	阶段坡面角度		度	65/46	上盘/下盘
6	安全平台		m	5	
7	清扫平台		m	11-15/13-20	上盘/下盘
8	运输平台		m	30	
9	境界内剩余矿岩	矿石量	万 t	12510	
		岩石量	万 t	10008	
10	平均采剥比		t/t	0.8	

5.2 开拓运输

该矿为生产矿山，开拓运输系统已经形成。

5.2.1 矿石运输

该矿矿石运输有两条运输系统。

一是由鞍山院 1998 年设计的矿石破碎系统，工艺流程：在采场境界北端总出入沟附近，286m 标高处建有矿石破碎站。矿石从采场用 85t 汽车运至粗破碎，入口粒度为 0-1200mm，破碎后矿石粒度 0-350mm，经单系统钢绳芯皮带机运至圆筒矿仓，再用准轨 80 吨电机车牵引 9 辆 60 吨自翻斗车运至选矿厂矿槽。该系统在试运行过程中，由于矿石过硬和其它原因，很难达产达效。目前主要作为备用矿石运输系统。

二是由本钢设计研究院 2001 年设计的矿石倒装系统，倒装矿槽生产工艺流程：在矿石破碎站的圆筒矿仓北西部位建有倒装矿槽，倒装矿槽的能力按 1000 万 t 设计。矿石从采场用 85t 汽车运至倒装矿槽，倒装矿槽共有 2 个储矿槽，每个储矿槽安装 2 台振动放矿机（每

台放矿机有 3 个台板 1.3m×3), 2 个储矿槽共有 4 台放矿机, 放矿时每个储矿槽对准一节车厢, 每次同时装 2 节车厢, 将原矿(粒度 0~1200mm)装至 60t 翻斗车, 用 80t 电机车牵引 9 辆翻斗车, 将矿石运至选矿厂粗破碎。

该系统已运行多年, 从运行情况看, 该系统能力能达到 1200 万 t/a, 而且无论从生产可靠性和运营费上均比矿石破碎系统优越, 因此该系统成为矿山生产的主要依靠。

5.2.2 岩石运输

该矿岩石运输系统采用两种运输方式: 单一汽车运输; 汽车—破碎—胶带机运输。

设计在上、下盘固定帮上各有独立的运输线路, 上盘运输线路可直达露天底 178m(南部)和 70m(北部)水平, 下盘可达 190m 水平。上下盘运输线路在两个端帮处又互相连通, 南部在 334m 封闭口相连, 北端帮在 286m 封闭口(总出入沟)处相连。

1、上盘岩石运输系统

在上盘中部 382m 标高建有 I[#] 岩石破碎站, 凡是在上盘 382m 标高以下的大部分岩石均应通过 I[#] 岩石破碎系统送至 II[#] 排土场, 仅有少部分岩石及南端开沟岩石经南端 334m 道路采用单一汽车运输直排 III[#] 排土场。

2、下盘岩石运输系统

下盘岩石运输, 全部采用单一的汽车运输。采场中、南部岩石就近运至 IV[#] 排土场, 采场北部岩石可排至 V[#] 排土场。

5.3 开采工艺

5.3.1 采剥工艺

南芬露天铁矿今后的采矿方法仍沿续过去的采矿方法。穿孔设备为 YZ-55 型牙轮钻机，孔径 $\Phi 310\text{mm}$ ，采用多排孔微差爆破。出矿电铲为 10m^3 ，剥岩电铲为 10m^3 和 16.8m^3 及 20m^3 液压电铲。运矿汽车为 85t 汽车，运岩以 154t 电动轮汽车为主，辅以 190t 电动轮汽车。

采掘构成要素：生产台阶高度为 12m，下盘生产阶段坡面角为 55° ，上盘生产阶段坡面角为 70° ，缓帮开采最小工作平台宽度为 50m，陡帮开采最小工作平台宽度为 80m，缓帮工作帮坡角为 $8^\circ \sim 10^\circ$ ，陡帮工作帮坡角为 $14^\circ \sim 23^\circ$ ，组合台阶为 3~4 个，不设 15m 安全平台，临时运输线路宽 24m，最大坡度 8%，缓和坡长为 60~80m。在上盘矿岩交界线的岩石中掘纵向沟，沟底宽约 55m，横向推进。下盘（采矿区）为缓帮开采，上盘（剥岩区）为陡帮开采。

5.3.2 穿孔爆破

穿孔设备为国产 YZ55 型牙轮钻机 6 台，设计钻机效率：岩石 400 万 t/台年，矿石 350 万 t/台年。深孔爆破量及钻机数量见表 5-2。

爆破采用深孔爆破，孔深 14.5m，孔距 7m~8m，排距 7m~7.5m。深孔爆破采用多孔粒状铵油炸药、乳化油炸药和重铵油炸药。后两种炸药主要用于水孔爆破。深孔爆破采用大区多排孔微差爆破，非电导爆管起爆系统。

矿山目前已有各种炸药混装车 9 台，完全可以满足本次设计后的爆破量要求。

深孔爆破量及钻机数量计算表

表 5-2

序号	指标名称	单位	岩石	矿石
1	年爆破量	万 t	1000	1000
		万 m ³	384.62	303.03
2	阶段高度	m	12	12
3	实方体重	t/m ³	2.6	3.3
4	孔网参数			
	孔网	m	7×7	7×7
	孔深	m	14.5	14.5
	孔径	m	310	310
5	每孔爆破量	m ³ /孔	577	606
		t/孔	1500	2000
6	每米孔爆破量	m ³ /m	40	42
		t/m	104	139
7	设计推荐效率	万 t/台·a	400	350
		m/台·a	38461	25180
8	计算钻机台数	台	2.5	2.9
9	设计选取台数	台	3	3

5.3.3 浅孔凿岩

根据南芬铁矿采剥作业条件，需要进行浅孔凿岩爆破的地点有：

- (1) 台阶穿孔爆破结束而残留的矿岩体；
- (2) 钻机作业有困难的地段；
- (3) 工作面爆破后产生的根底和大块。

设计采用原有的 Y-24 型凿岩机。

根据南芬铁矿多年来的生产经验，设计确定一次浅孔凿岩爆破量占年总采剥量的 1%，经计算需要凿岩机 5 台，并备用 5 台，总计 10 台 Y-24 型凿岩机。

浅孔凿岩爆破量及凿岩机台数表 表 5-3

序号	名称	单位	正常采剥一次浅孔
1	年处理量	万 t	20
2	每米孔爆破量	m ³ /m	2
3	每天工作班数	班	1
4	每年工作班数	班	300
5	凿岩效率	m/台·班	25
		万 t/台·年	4.5
6	计算凿岩机台数	台	4.44
7	设计选取台数	台	5
8	备用台数	台	5
9	设备总台数	台	10

5.3.4 装载作业

矿山现有 WK-10B 型 10 m³ 电铲 6 台，295B 型 16.8m³ 电铲 3 台，20m³ 液电铲 1 台。10 m³ 电铲综合效率 300~400 万 t/台年，16.8 m³ 电铲综合效率为 650~700 万 t/台年，20 m³ 液电铲综合效率为 800~850 万 t/台年。现有设备完全满足矿山生产需要。电铲年工作日数 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。

根据采剥进度计划安排，采矿计算年的逐年工作的电铲台数见表 5-4。

逐年工作电铲台数表 表 5-4

电铲规格型号	效率 万 t/台·a	电铲台数													
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	第六年	第七年	第八年	第九年	第十年	第十一年	第十二年	第十三年	第十四年
10 m ³ 电铲	300~400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1
16.8m ³ 电铲	650~700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

20m ³ 电铲	800~850	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
---------------------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--

5.3.5 汽车运输

矿山现有运输设备有 3311E 型（325M 型）汽车 15 台，载重 85 吨；Mark-36 型汽车 26 台，载重 154 吨。根据采掘进度计划，矿石运输由 85 吨级汽车承担，岩石运输由 154 吨级汽车承担。

露天开采运输设备计算年为第 2 年，第 2 年的矿石平均运距为 1.9km，岩石平均运距为 3.5km。

自卸汽车台班生产能力可按下式计算：

$$A = \frac{60qT}{t} K_1 \eta$$

式中：A—自卸汽车台班生产能力，t/台·班；

q—自卸汽车载重量，t；（载矿 80t、载岩 140t）

T—班工作时间，h；

K₁—自卸汽车工作时间利用系数（见表 5-5）；

t—自卸汽车运输周期，min；（运矿 17min、运岩 26min）

η—自卸汽车时间利用系数（见表 5-6）。

表 5-5 工作时间利用系数（K₁）

矿岩容量 (t/m ³)	工作时间利用系数
≥3	0.90~0.95
2.6~3.0	0.85~0.90
2.0~2.5	0.75~0.85
<2.0	0.75 以下

表 5-6 工作时间利用系数（η）

工作制	班工作时间 (h)	班时间利用系数 (%)
一	7.0~7.5	87.5~93.7
二	6.5~7.0	81.0~87.5

三	6.0~6.5	75.0~81.0
---	---------	-----------

综合考虑运距及设备性能等因素，经计算载重 85 吨汽车台班运输能力为 1260t/台·班，载重 154 吨汽车台班运输能力为 1440t/台·班。

$$\text{自卸汽车数量计算: } N = \frac{K_2 \cdot Q_B}{A \cdot K_3}$$

式中：N—自卸汽车数量，台；

K_2 —自卸汽车运输不均衡系数，1.1~1.15；

K_3 —出车率；

Q_B —班产量，t/班。

$$N_{85} = \frac{K_2 \cdot Q_B}{A \cdot K_3} = \frac{1.1 \times 11111}{1260 \times 0.7} = 14 \text{台}$$

$$N_{154} = \frac{K_2 \cdot Q_B}{A \cdot K_3} = \frac{1.1 \times 11111}{1440 \times 0.7} = 13 \text{台}$$

现有设备完全满足矿山生产需要。

5.3.6 辅助作业

推土机和装载机是露天矿采场作业的主要辅助设备，它主要用于工作面的平整，钻机孔位的平整，钻机和电铲等设备上、下联络道的形成和养护，边坡的维护和清理，清理靠帮和开沟的残留体，清理工作面积雪等，以提高采场主设备的效率。

本次设计确定选用 TY-220 型推土机，设备数量按电铲数量和钻机数量总和的 50% 计算，为 8 台。（注：不包括排土场使用的推土机。）装载机采用 ZL-50 型 2 台。

5.4 矿石损失和贫化

在开采过程中产生矿石损失和废石混入，设计选取铁矿露天开采矿石回采率为 95%，矿石损失率为 5%，贫化率为 5%。

铁矿石地质平均品位 TFe32.35%，采出矿石品位为 30.73%。

5.5 露天矿排水

5.5.1 采场排水设计依据

(1)排水量：根据冶金部《黑色冶金矿山采矿设计若干原则规定》，结合矿山规模、服务年限及淹没造成损失等因素分析确定，设计暴雨频率为二十年一遇，允许采场淹没时间为三天，最大淹没深度为 12m。

露天采场总涌水量(Q)为降雨迳流量(Q₁)和地下涌水量(Q₂)之和：

$$Q = Q_1 + Q_2$$

降雨迳流量 Q₁按设计暴雨迳流量 Q₁¹和正常降雨迳流量 Q₁²分别计算。

$$Q_1^1 = \alpha_1 H_p F$$

$$Q_1^2 = \alpha_2 H F$$

式中：α₁ 为暴雨迳流系数；

α₂ 为正常降雨迳流系数；

H_p 为 P=5%，3 日暴雨量，mm；

H 为正常降雨量 mm；

F 为露天采场汇流面积，m²。

地下水涌水量计算选用单面供水边界承压转无压“大井”计算公式：

$$Q_2 = \frac{\pi K [(2H_{cp} - M_{cp})M_{cp} - h^2]}{\ln \frac{2L + r_0}{r_0}}$$

$$= \frac{3.14 \times 0.668 \times [(2 \times 86.37 - 86.37) \times 86.37 - 0^2]}{\ln \frac{2 \times 780 + 907}{907}}$$

$$= 15645 \text{ m}^3/\text{d}$$

式中： Q_2 为露天采场预测涌水量， m^3/d ；

K 为渗透系数， m/d ；

H_{cp} 为承压含水层自底板算起的水头值， m ；

M_{cp} 为承压含水层厚度， m ；

h 为动水位高度， m ；

L 为“大井”边缘到供水边界距离， m ；

r_0 为“大井”引用半径，据露天采场境界为矩形选用公式

$$r_0 = \eta \frac{a+b}{4}$$

式中： η 为采场长宽比值有关参数，

a 为 214 m 水平台阶长， m ；

b 为 214m 水平台阶宽， m 。

降雨迳流量计算参数表

表 5-7

二十年一遇 三日暴雨量 $H_p(\text{mm})$	暴雨迳流系数 a_1	降雨汇流面积 $F(\text{m}^2)$	正常降雨量 $H(\text{mm})$	正常降雨 迳流系数 a_2
283.92	0.6	4420000	36	0.4

地下水涌水量计算参数表 表 5-8

渗透系数 K(m/d)	动水位 高度 h (m)	含水层 水头值 Hcp (m)	含水层 厚度 Mcp (m)	引用 半径 r0(m)	“天井”到 供水边界距 离 L (m)	水平长 a (m)	水平宽 b (m)	长宽比 值系数 η
0.668	0	86.37	86.37	907	780	2800	440	1.12

根据水文地质专业的计算结果，露天采矿场内排水量见表 5-9。

露天采场排水量 表 5-9

名称	最大 (m ³ /d)	正常 (m ³ /d)	排水高度(m)
移动泵	266630	79293	96
北端214m水平倒段固定泵站	177488	52404	72
北端142m水平倒段固定泵站	177488	52404	72
南端286m水平倒段固定泵站	89142	26889	48
南端214m水平倒段固定泵站	89142	26889	72

(2) 水质类型为硫酸盐重碳酸钠钙水，其 PH 值 7.4~7.9。

(3) 采场出入沟口标高北端 286m，南端 334m。

5.5.2 固定泵站设备选择

(1) 北端 214m 水泵站

根据涌水量计算，选用 12sh-6 型水泵 5 台，其中 4 台工作，1 台备用。流量 800m³/h，扬程 90m，电动机功率 N=300kw，1480rpm，6000v。

(2) 北端 142m 水泵站

根据涌水量计算，选用 12sh-6 型水泵 5 台，其中 4 台工作，1 台备用。

流量 $800\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 90m, 电动机功率 $N=300\text{kw}$, 1480rpm, 6000v。

(3) 南端 286m 水泵站

根据涌水量计算, 选用 12sh-6B 型水泵 3 台, 其中 2 台工作, 1 台备用。
流量 $900\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 57m, 电动机功率 $N=230\text{kw}$, 1480rpm, 6000v。

(4) 南端 214m 水泵站

根据涌水量计算, 选用 12sh-6 型水泵 3 台, 其中 2 台工作, 1 台备用。
流量 $800\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 90m, 电动机功率 $N=300\text{kw}$, 1480rpm, 6000v。

当雨季最大排水时, 北端水泵站 5 台水泵和南端水泵站 3 台水泵全部工作, 昼夜 24 小时排水, 则北端和南端均可在三昼夜内排完最大涌水量。

5.5.3 移动泵站设备选择

根据涌水量计算, 选用 QKSG1300-500-850/115 型潜水泵 7 台, 北端 3 台工作, 1 台备用, 南端 2 台工作, 1 台备用, 流量 $850\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 115m, 电动机功率 $N=500\text{kw}$, 1450rpm, 6000v。

当雨季最大排水时, 7 台全部工作, 昼夜 24 小时排水, 可在三昼夜内排完最大涌水量。

考虑移动泵站下降到距固定泵站 1—3 个台阶时, 选用上述潜水泵扬程过大, 电能损失大, 故选用 QKS1100-220-600/70 型潜水泵 9 台, 流量 $600\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 70m, 电机功率 220kw, 1450rpm, 6000v。

另外由于采场范围大, 沟线长, 设计考虑在采场中部另给一台型 QKSG600-87-500/40 潜水泵, 流量 $500\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 40m, 水泵效率 75%, 转数 1450, 电机功率 87kw, 额定电压 380v, 用以解决

临时局部排水问题，并调节南北两端泵站的水量。

每两台水泵设一条排水管，均选用螺旋焊管，其管径为 $\Phi 529 \times 6\text{mm}$ ，中部排水泵排水管为 $\Phi 273 \times 6\text{mm}$ 。

5.6 排土场

5.6.1 排土场现状

矿山原有上盘两个排土场及下盘两个排土场。

II[#]排土场位于冯家东沟，排土标高 600m，容量 17537 万 m^3 。根据排土方式不同分为两部分，北部为 I[#] 岩石破碎系统，即汽车—胶带机—排土机联合运输排岩部分，主要排放上盘（包括矸石山）382m 以下的岩石；其南部为汽车直排排土场，主要排放上盘中部（包括矸石山）的岩量。

III[#]排土场位于 II[#]排土场南侧，排土标高 560m，容量 1424 万 m^3 ，主要排放采场南端岩石。已与 II[#]排土场连为一体，目前已排满。

下盘 V[#]排土场位于庙儿沟南山坡，上游坝、下游坝之间区域。主要排放采场下盘北端、北山岩量，排土标高 600m，容量 3224 万 m^3 。北山上部岩石沿着 VI[#]道路排向 V[#]土场。

下盘 IV[#]排土场位于黄柏峪魏家堡，排土标高 530m，目前已排满。

5.6.2 排土方式及设备选择

目前境界内的岩石量为 10008 万 t，计算参数：岩石比重 2.6 t/m^3 ；松散系数 1.5，沉降系数 1.15，岩堆安息角 37° ，需要 5021

万 m³ 排土空间。分别排至 II[#]、V[#]排土场。II[#]、V[#]排土场的容量完全可以满足 10008 万 t 的排岩要求。

排土场容量表 表 5-10

排土场名称	排土标高	总容积 (万 m ³)	剩余容积 (万 m ³)	本次设计排岩量 (万 t)	本次设计排岩量 (万 m ³)
上盘 II [#] 排土场	600m	17537	5330	9708	4871
下盘 V [#] 排土场	600m	3224	175	300	151
合计		24833	5505	10008	5022

5.6.2.1 汽车运输排土方式

汽车将排弃岩石运至土场边缘卸下，由推土机推至土场边坡以下，一般推距为 5m-10m。在排土段高较低的情况下可将一部分岩石直接卸至坡下，残留一部分岩石在平台上，此时推土机推距一般为 5m-7m。在同一个土场排弃作业中，为增加排土工作线长度，可采用上下不同标高水平的分段排土。上下段同时进行排土作业时，为避免相互干扰，上排土段可在平面内超前进行排土作业，其超前安全距离不宜小于 100m。

配合汽车运输的排土设备主要为履带推土机。根据土场现状及每年汽车运输排岩量，其数量仍维持现状。工作制度：年工作 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。

5.6.2.2 汽车 - 胶带机 - 排土机排土方式

岩石经汽车运输至上盘采场中部 382m 水平的 I[#] 岩石破碎站，岩石经破碎后由胶带机输送至 II[#] 排土场，然后由排土机排放。

根据土场实际情况，排岩采用扇形推进，也就是以回转中心为圆心，以 R=585m 为半径，顺时针旋转到土场尽头，然后将移置式胶带机接长 40m，逆时针往回旋转到初始排土线，此时采用头部

卸料给排岩机受料臂，排料臂往前排弃堆筑路堤，依次接长移置式胶带机（接长 435m）至最远点，再顺时针旋转，直至土场尽头为止。

矿山剥离岩石中的表土应单独堆放，以便以后利用。排土场工程地质较好，无断裂、裂隙构造，无泉水露头，水文地质简单。为防止废石滚落和滑坡，在排土场底部边缘设置大块干石堆积石坝，坝上和坝下用 8 号钢丝线编织的石笼子，纵横交织摆放，使少量流水可以渗透过石坝。

根据分析，排岩场在无水状态下的稳定系数大于 1.1，处于稳定状态，但在充水等状态下稳定系数会有所下降，因此需修建截排水工程。为防止雨季暴雨冲刷排土场，使排土场含水产生泥石流，设计在排土场上方沿地形修筑截洪沟，将山坡汇水排出，断面为梯形，沟底宽 800mm，上口 1200mm，深 1000mm。同时排土场的表面要尽可能保持平整和保持 2~5%的反坡，使排土场的表面尽可能不存水和少渗水，夯实地表裂缝以减小地表水的入渗。另外在易发生滑坡的地段修筑挡土墙。

建议矿山在排土场生产期间，按照国家规定，对土场进行稳定性分析，并按分析的结论开展相关工作。

5.7 矿山下期开采规划

目前三期境界内矿石量仅为 12510 万 t，三期境界内矿量仅能服务 13 年左右。如果下期转为地下开采，需要投入大量的建设资金，露天开采形成的 500—600m 的固定边坡产生的高地压，需进行大量的专门研究，且会造成南芬矿露天开采设备的大量浪费，地下开采的规模也很难满足本钢对矿石的需求。目前三期境界内的生产剥采比已经下降，因此，为满足本钢可持续发展，抓紧时间着手南芬矿四期扩帮露天开采极其必要。目前矿山已经进行四期开采的规划工作，待矿山办理扩界手续后，再进行四期境界的开采设计。

四期扩帮开采可以充分利用现有条件，挖掘潜力，在现有开拓系统的基础上，适当补充设备，改造限制矿山规模的关键环节。

三期境界挂帮矿量为 8075.99 万 t(主要为下盘挂帮及北山挂帮矿量)，这部分矿量将由四期扩帮时回收。经初步的分析和推断，四期露天境界底标高能达到-62m 左右，三期挂帮矿及深部新增矿石共计 2 亿 t 左右，将大大延长了矿山露天开采的服务年限。目前矿山已着手四期扩帮工作。

6. 选矿及尾矿设施

6.1 选矿厂概况

南芬选矿厂隶属于本钢矿业公司，经过多年生产实践论证，目前南芬选矿厂针对磁铁贫矿和赤铁贫矿分别采用不同的选矿流程进行选矿。磁铁矿石主要采用单一磁选工艺流程，赤铁矿石采用的是弱磁选别工艺及强磁-反浮选选别工艺流程。

6.2 工艺流程

6.2.1 磁铁矿石生产工艺流程

单一磁选选矿工艺流程，可简述为三段一闭路碎矿-二段阶段闭路磨矿-三段磁选-磁选柱精选-中矿浓缩再磨-高频振网筛自循环，工艺流程详述如下：

南芬露天铁矿采出矿石进入南芬选矿厂粗破碎卸车位置，直接倒入 PX1400/170 旋回破碎机，破碎后的产品粒度(320~0)mm，排矿经重型板式给矿机由皮带输送机送到中碎原矿槽。中碎原矿槽排矿经重型板式给矿机由皮带运输机输送至 Φ 2100mm 标准型弹簧圆锥破碎机进行破碎，碎矿产品粒度(60~0)mm，进入细碎原矿槽。细碎原矿槽排矿进入 1500 \times 4000mm 自定中心振动筛进行预先筛分，1500 \times 4000mm 自定中心振动筛筛下产品粒度(12~0)mm，进入磨选车间原矿槽，筛上产品进入 Φ 1650mm 短头型弹簧圆锥破碎机进行碎矿，碎矿产品再经 1500 \times 4000mm 自定中心振动筛进行检查筛分，构成预检合一的闭路循环。

磨选车间原矿槽排矿由溜嘴控制，经集矿皮带、上矿皮带进入 MQY2700 \times 3600mm 溢流型球磨机，一次磨矿排矿进入 Φ 2000 \times 8400mm 高堰式双螺旋分级机进行检查分级，一次分级溢流产品粒

度 -0.45mm 占90%，分级溢流进入一次矿浆池，分级返砂返回一次球磨再磨。一次矿浆池中的一次分级溢流产品经渣浆泵扬送至CTB1021（或CTB1024）半逆流型磁选机进行选别，尾矿自流入尾矿道，一磁精矿经 $\Phi 159\text{mm}$ 脱磁器脱磁后自流至二次 $\Phi 2000\times 8400\text{mm}$ 高堰式双螺旋分级机进行预先分级。一磁精矿经预先分级后，二次分级溢流进入二段脱水槽进行选分，二次分级返砂返回二次磨矿再磨，二次磨矿采用MQY2700 \times 3600mm溢流型球磨机，其排矿进入二次分级机，二次磨矿分级作业是预检合一的磨矿分级作业，二次分级溢流 -0.125mm 占88%。二次分级溢流产品进入二次矿浆池，经渣浆泵扬送至二段 $\Phi 2000\text{mm}$ 永磁顶部磁系脱水槽，二脱精自流进入二段CTB718（或CTB1030）半逆流筒式磁选机，二脱尾矿自流入尾矿道。二段筒式磁选机精矿自流进入矿浆池，经渣浆泵扬送至MVS2020高频振网筛，二段磁选尾矿自流入尾矿道。MVS2020高频振网筛筛下产品自流至BX1021磁选机，磁选尾矿自流入尾矿道，磁选精矿由渣浆泵扬送至CXZ60磁选柱，磁选柱精矿作为最终精矿自流进入CTB1021半逆流型磁选机进行浓缩，其精矿进入ZPG-72/6盘式过滤机进行过滤，尾矿进入尾矿道，磁选柱中矿进入矿浆池，经渣浆泵扬送至BX1021浓缩磁选机，浓缩精矿自流入返回二次磨矿再磨，浓缩磁选尾矿自流至尾矿道，高频振网筛筛上产品直接自流返回二次磨矿再磨。ZPG-72/6盘式过滤机过滤产品水分9.5%~9.8%，由皮带输送机送到精矿仓待运，过滤机溢流进入矿浆池，由渣浆泵扬送至CTB1021半逆流型磁选机进行浓缩后再进入ZPG-72/6盘式过滤机进行过滤。尾矿道所有尾矿经 $\Phi 50\text{m}$ 周边传动浓缩机浓缩后经四级泵站扬送至尾矿坝。

近几年选矿厂磁铁矿金属回收率平均为 78.05%。

6.2.2 赤铁矿石生产工艺流程

来自本钢南芬露天铁矿的红铁矿石，经露天新破碎站破碎后，小于 350 mm 的矿石，由运输电机车牵引进入车间红矿翻车线，翻卸到卸车矿槽中，由电振给矿机给入到 1# 胶带机，经 2# 胶带运输机送入到磨矿圆筒矿槽中贮存，在磨矿矿仓中的矿石，经一次自磨机，一次球磨机及旋流器组和二次球磨机及旋流器组，使矿石中的铁矿物达到各段选分所要求的粒度合格率进行选分。选别流程分为弱磁选别工艺及强磁-反浮选选别工艺。

弱磁选别工艺：自磨机中的排矿产品自流给入一段脱水槽，一段底流通过渣浆泵给入到一次旋流器中，与一次球磨机形成闭路循环，一次旋流器的溢流亦通过渣浆泵给入到一段磁选机中，磁性产品自流给入到高频细筛中，筛上产品自流至二旋给矿泵池，筛下产品通过泵给入二段磁选机中，磁选精矿由渣浆泵扬送至磁选柱，磁选柱精矿作为最终磁铁矿精矿，一脱、一磁、二磁尾矿自流进入强磁浓缩给矿泵箱，进入强磁选别段。

强磁-反浮选工艺：弱磁选别段的尾矿进入强磁前浓缩给矿泵箱，由泵给入到强磁前浓缩机中，底流通过渣浆泵给入到强磁前平板筛，经除渣后自流给入 SSS-I-2000 强磁机，强磁尾矿通过尾矿溜槽自流给入 10# Φ 50m 浓缩机，强磁机产品及细筛筛上产品经渣浆泵给入二段旋流器及二段球磨机，形成闭路循环，旋流器溢流亦通过泵打入浮选前浓缩，底流产品经过泵送入浮选前搅拌槽，经搅拌加药均匀后给入粗选浮选柱，底流为最终反浮选精矿，浮选泡沫产品再经一、二扫选浮选柱，底流为中矿产品，经泵返回到浮选前浓缩机，二扫选泡沫产品为反浮选尾矿，与强磁

尾矿一起自流至 10# Φ 50m，二段弱磁精矿与粗浮选精矿一起由渣浆泵给入精矿浓缩池，成为最终精矿，由泵打到四选过滤处理。强磁前、浮选前、精矿前浓缩机以及 10# Φ 50m 浓缩机溢流水自流至 Φ 29m 澄清池进行处理，由环水泵站打回主厂房循环使用。

近几年选矿厂赤铁矿金属回收率平均为 66.79%。

多年生产实践证明，以上两种选矿流程选矿效果良好，经过选矿后精矿的硫、磷等有害成分都很低。

6.3 尾矿库

卧龙沟尾矿库位于选矿厂西南直线距离 4.5km 的卧龙沟中，尾矿库的初期坝地面标高约为 240.0m，初期坝坝顶标高 276.0m，初期坝最大坝高 36.0m。尾矿库采用“上游式”筑坝，外坡比采用 1: 5.0。设计尾矿堆积坝最终堆积标高为 380.0m，总坝高 140.0m，总库容约 2.60 亿 m^3 ，充填系数 $\eta=0.8$ ，按南芬选矿厂年处理原矿量 1000 万 t，尾矿产率 66%，年产尾矿 455 万 m^3 计算，可贮存 46 年。卧龙沟尾矿库地形条件极好，尾矿库尾矿最终堆积标高可加高到 530.0m，总库容可达到 15.9 亿 m^3 ，最大坝高可达到 290m。

目前，该尾矿库实际库存尾矿堆积坝堆积标高为 300m，按尾矿堆积坝最终堆积标高为 380.0m 计算，还有总库容约为 2.2799 亿 m^3 。按充填系数 $\eta=0.8$ ，南芬选矿厂年排尾矿 455 万 m^3 ，卧龙沟尾矿库可贮存 40 年。如果按尾矿堆积坝最终堆积标高 530.0m 时，总库容约为 15.58 亿 m^3 ，卧龙沟尾矿库可贮存 342 年。经以上数据可见卧龙沟尾矿库是一座容积大、理想的尾矿库。

详见卧龙沟尾矿库库容及使用年限表 6-1:

卧龙沟尾矿库库容及使用年限表

表 6-1

标高/ (m)	面积/ (m ²)	库容/ (m ³)	累计库容/ (万 m ³)	使用年/ (年)	使用月/ (月)	坝高/ (m)
240	0	0				
242	0	0	0.0			2
244	14498	14498	1.4			4
246	30163	44661	5.9			6
248	62700	92863	15.2			8
250	100645	163345	31.5			10
260	263976	1823105	213.8			20
270	446959	3554675	569.3			30
272	500616	947575	664.1			32
274	554274	1054890	769.6			34
276	607931	1162205	885.8	1.07	12.85	36
278	661589	1269520	1012.7	1.27	15.26	38
280	715246	1376835	1150.4	1.50	17.98	40
290	1024322	8697840	2020.2	2.73	32.71	50
300	1354391	11893565	3209.6	4.48	53.77	60
310	1689608	15219995	4731.6	6.83	81.93	70
320	2039284	18644460	6596.0	9.83	117.93	80
330	2394734	22170090	8813.0	13.54	162.53	90
332	2477107	4871841	9300.2	14.38	172.56	92
334	2559479	5036586	9803.9	15.25	183.01	94
336	2641852	5201331	10324.0	16.16	193.88	96
338	2724224	5366076	10860.6	17.10	205.18	98
340	2806597	5530821	11413.7	18.08	216.92	100
350	3196391	30014940	14415.2	23.51	282.07	110
360	3613082	34047365	17819.9	29.89	358.73	120
370	4083495	38482885	21668.2	37.37	448.39	130
380	4596320	43399075	26008.1	46.07	552.84	140

7. 环境保护

7.1 设计依据

- 1) 《建设项目环境保护设计规定》(87) 国环字第 002 号文;
- 2) 《建设项目环境保护管理条例》(国务院 1998 年第 253 号令);
- 3) 《冶金工业环境保护设计规定》(YB9066-95);
- 4) 《冶金工业环境保护设施划分范围规定》(YB90067-95);
- 5) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- 6) 《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2001);
- 7) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- 8) 《工业企业厂界噪声标准》(GB12348-2008);
- 9) 《铁矿采选工业污染物排放标准》(GB28661-2012)。

7.2 设计原则

环境保护是我国现代化建设中的一项战略任务，是一项重大国策。而防治工业污染是我国环境保护的战略重点之一。为此，设计遵照《冶金工业环境保护设计若干规定》的精神，认真落实了全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、保护环境、造福人类的工作方针。工艺设计力争采用当代新技术、新工艺、新设备，最大限度地提高资源利用率。环保治理措施要做到技术可靠、运行稳定、易于控制、指标先进。使建设项目投产后能得到最佳的经济效益、社会效益和环境效益。

7.3 环境概况

南芬露天铁矿位于辽宁省本溪市南东方向 25km 处，北距沈阳市 108km，南距丹东市 150km，隶属于本溪市南芬区管辖。矿区距南芬镇 7.5km，距沈丹公路和沈丹高速公路出入口 3.5km，公路与矿山道路相连，并有专用铁路线直达矿区，交通十分便利。

矿区附近无居民区，无果树和耕地，矿石中无有毒有害元素，矿区内无大的地表水体。故开采此矿山对周围环境影响不大。

7.4 主要污染物及其控制措施

7.4.1 废石处理

该矿为露天开采，矿山排放的废石集中堆放，排土场地质条件较好，对环境的影响很小。

7.4.2 烟尘和废气的处理

矿山大气污染主要污染物有爆破和运输过程中产生的粉尘、CO、NO_x等。工人长期呼吸和接触这些有害物质，能引起呼吸系统、消化系统、皮肤等的疾病。粉尘对呼吸系统的危害很大。

粉尘的控制主要采用湿式凿岩、喷雾、洒水和通风稀释，达到粉尘浓度小于 2mg/m³，NO 小于 1mg/m³，CO 小于 5mg/m³，通风排除废气，经稀释对大气环境质量的影响不大。作业人员应佩戴防尘口罩，做好个人防护，按劳动保护条例执行。

道路粉尘治理方法采用经常洒水扑尘。

7.4.3 矿山废水处理

矿山采场内排水分别排至庙儿沟河和黄柏峪河，然后由选矿厂截流处理。生活污水利用现有的装置和渠道进行处理及排放。

7.4.4 噪声污染的防治

爆破噪音是瞬时的，这些噪音的强度随着开采深度的增加而衰减，对地表影响很小。

矿山的噪声主要来自凿岩机和运输设备等机械设备的噪声。因此要选用低噪音设备和有利于控制噪音的工艺过程，提高设备的密闭化程度。

对于高噪音、强振动的设备，如空压机、凿岩机选用消音、减振装置。

噪声超过 90 分贝的地方，作业人员要佩带耳塞、耳罩等防护用具。

7.5 地质灾害预防措施

7.5.1 露天采场边坡崩塌预防

矿山工程建设及开采生产要严格按矿山设计及开发利用方案进行。阶段边坡高度、坡角、阶段平台宽度均要满足设计要求。

在爆破影响边界设置警示牌，爆破时禁止人员入内。

采场边坡陡坎的下缘 20m 范围内为崩塌地质灾害主要影响地段，现场生产作业前要先由安全员对上缘边坡陡坎进行观测，确认无发生崩塌、落石可能后方可进行施工。

7.5.2 露天采场滑坡的预防

水对南芬铁矿露天采场边坡稳定性的影响程度很大。为使封闭圈以上的雨水尽可能不进入采区，在上、下盘 358 水平清扫台阶的崖道边缘设立挡水堤坝，将雨水分别引入庙儿沟河和黄柏峪河，土堤高度为 1.5~2.0m。

地下水是影响南芬露天铁矿边坡稳定非常敏感的因素，要对采场边坡做适当的疏干工作，结合南芬露天矿的地质条件，采用水平钻孔排水是较适合的疏干方法。

在矿山生产过程中注重监测、观察工作，滑坡地质灾害在临灾前具有非常明显的前兆特征，如滑体外围受剪变形、滑坡体前缘坡脚处土体出现上隆(鼓胀)现象、有岩石开裂或被剪切

挤压的音响等，在发现上述异常现象后及时采取人员及设备撤离、避让等保护措施；在易发生滑坡地段设置警示牌，提醒采场内相关工作人员注意。

采取控制爆破技术，在生产过程中特别是在靠近裂隙发育部位、软弱夹层发育部位爆破时一定采取预裂爆破技术，严格控制 and 减少最大用药量。

7.5.3 泥石流的预防与监测

对于易发生泥石流的大东沟和冯家东沟沟谷，矿山已经实施了一定的防护措施，在两沟谷中各修建了四座谷坊。另外，为了在泥石流发生时拦截水流中的石砾、漂石等固体物质，使泥石流中固体物质含量降低，减小泥石流的冲击力，设计在第二道和第三道谷坊之间、第三道和第四道谷坊之间各补充修建一条格栅坝。

栽植沟底防冲林，对于易发生泥石流的大东沟和冯家东沟沟谷，顺沟成片造林，以巩固沟底，并起到缓流落淤的作用。在易发生泥石流地段设置警示牌，提醒采场内相关工作人员注意。

对区内主干沟谷（冯家东沟、大东沟）进行泥石流监测。应监测排岩场在受暴雨、洪流冲蚀等作用下的稳定状态；汛期沿沟巡视，监测沟谷洪水排泄是否畅通，两侧山坡是否稳定；监测频率为平时一月一次，汛期一周一次，暴雨时一天至少两次。

7.6 矿山复垦

7.6.1 采场复垦

采场闭矿后，采场平台及+70m 露天采坑底最终复垦为灌木林地，由于采场平台及边坡均为石质土壤，栽植时须采用先穴状客土后全面覆土的方式复垦，客土规格每穴约为 0.027m^3 ($0.3\text{m}\times 0.3\text{m}\times 0.3\text{m}$)，之后全面覆土 0.15m 。

采场平台及+70m 露天采坑底树种选择紫穗槐，株行距为 $0.7\times 0.7\text{m}$ ，另外 可在采场平台内外两侧种植爬藤植物如五叶地锦，利用其攀爬能力和茎叶对采场 边坡起到绿化作用，五叶地锦种植间距为 0.5m 。+70m 露天采坑底最终复垦为坑塘水面不变。

7.6.2 排土场复垦

由于矿石堆放造成地表的破坏，形成露岩或岩土混合的地貌，已经不具备植被生长的立地条件，需要先对其采用大型机械进行平整。

设计栽植采用先穴状客土后全面覆土的方式，客土规格每穴约为 0.064m^3 ($0.4\text{m}\times 0.4\text{m}\times 0.4\text{m}$)，之后排土场平台全面覆土 0.2m 。

排土场平台及斜坡复垦为有林地，种植刺槐，种植株行距为 $1\times 1\text{m}$ 。待基质 逐渐改善，全部再行撒播草籽，每平方米需草籽 15g 。

7.6.3 表土堆放场复垦

由于南芬露天矿复垦年限较长，故对露天采场、排土场剥离的表土需要设置表土堆放场进行储存，为了防止水力和风力的侵蚀，土堆表面撒播草籽，并经常进行管护。

剥离表土平整设计：表土堆放场提供治理区域的复垦客土土源后，将剩余的土源采用推土机进行平整，使其满足林地的复垦标准。

由于表土堆放场处于排土场平台内，设计复垦方向与排土场平台一致，复垦为有林地，种植刺槐，种植株行距为 $1 \times 1\text{m}$ 。待基质逐渐改善，全部再行撒播草籽，每平方米需草籽 15g。

7.6.4 道路复垦

道路复垦主要用于对复垦的管理和植物的运输，在原矿山生产道路的基础上修复，因此只要满足运输功能即可。此部分道路可通过复垦工程将矿山生产道路复垦为农村道路。

a) 行道树栽植

在道路两侧种植行道树，以起到道路绿化降尘的作用，种植间距为 2m，林带宽 2m。

b) 排水沟砌筑

在道路较低的一侧，修筑排水沟，防止水土流失的加剧。

c) 道路修缮

对现有运输道路进行修缮，使其满足生产和运输的需要。维修道路时采用矿山排弃废岩混合石粉对路面铺垫 0.4m 厚，重型机械压实后即可使用，修整道路时，以排弃的透水性强、水

稳性好、强度高的砾石、不易风化的石块作为填筑材料。

综上，经过土地复垦工作和植被恢复后，地表植被覆盖率大大提高，将有效改善区内的生态环境。矿区复垦减少水土流失、美化环境、能够减少生态环境破坏等问题为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于企业职工以及附近居民的身心健康。

7.7 矿山水土保持措施

7.7.1 露天采场防治措施

矿山严格界定了露天采场施工范围，避免了对外围的影响，施工中严格遵守施工制度、开采工艺和施工方法，最大程度减少了水土流失。露天采场疏干排水系统利用现有设施，较大程度上减少了水土流失。

在每一个不再作业的平台，沿着平台采用条形覆土的方式恢复植被。可以条播紫穗槐绿化。

7.7.2 排土场防治措施

排土场占地面积随着排岩作业进行逐步扩大，根据将要占压和扰动的面积，将表土在占压和扰动前剥离。用于后期矿山绿化用土。

排土场排岩作业是个动态排岩过程，不是所有排岩面一起排岩，设计在方案服务期内，对这些暂不排岩的坡脚均布置铁丝石笼坝，可根据排岩的实际情况逐年布设，能起到拦挡滚落岩石的作用，保护好暂时没有占压的地表，保证后期的表土剥离措施的顺利实施。逐年布设的铁丝石笼坝不必拆除，可直接

湮没在排土场内。石笼填料可就地取材，笼内填料质量要求填石料应采用硬质岩石、粒径不小于网目大小，禁止用碎石、空隙用小块石填塞，不可有凹陷。

在方案服务期间，排土场达到排土标高不再排土的范围内，客土栽植刺槐绿化。

7.7.3 道路防治措施

从行车安全 and 水土保持角度考虑，在排岩道路下坡侧布置挡护措施，可以有效防止路基边坡被雨水冲刷，保护了路面。运输道路采取洒水措施，避免扬尘发生，在一定程度上也具有水土保持功能。

7.8 边坡稳定性评价

7.8.1 边坡参数确定

设计根据《本钢南芬铁矿深部开采边坡稳定性研究报告》对边坡稳定性的研究成果，结合南芬露天矿的实际条件，并按照本次设计的具体要求，确定的露天境界各分区边坡角及边坡要素见表 7-1。

各分区边坡角及边坡要素

表 7-1

分区	剖面线	边坡高度 (m)	总体边坡角 (°)	边坡要素				
				阶段坡面角	阶段高度	并段高度	清扫平台宽	安全平台宽
1	A—A'	318	44.28	65°	12m	24m	15m、20m	5m
2	B—B'	372	40.60	65°	12m	24m	11、14、20m	5m
3	C—C'	420	48.60	65°	12m	24m、36m	15m、13m	5m
	C ₁ —C ₁ '	516	46.25	65°	12m	36m	15m	5m
4	D—D'	228	46.02	65°	12m	24m、36m	15m	5m
5	E—E'	492	35.40	46°	12m	24m	13m、18m	5m
6	F—F'	372	34.20	46°	12m	24m	13m、20m	5m
7	G—G'	576	34.18	46°	12m	24m	20m	5m
8	H—H'	336	33.37	65°	12m	24m	20m	5m

7.8.2 边坡稳定性分析

(1) 设计分区及边坡破坏模式

依据《边坡报告》，在工程地质分区的基础上，更着眼于岩性特征，并结合边坡形态和地形等特征进行设计分区，将南芬铁矿采场边坡分为 8 个设计分区，即上盘 2、3 设计分区，下盘 5、6、7 设计分区及端帮的 1、4、8 设计分区。

综合对各设计分区结构类型的研究并结合南芬露天矿边坡高度大的特点，对总体边坡破坏模式得出以下结论：在 5~8 区，

总边坡破坏模式相同，即双滑面形。主滑面是一组连续的节理面，它与坡面走向夹角较小，倾角略大于总坡面的倾角，滑体底面可能是倾角较缓的另一组节理面，也可能是滑体切穿岩体而形成的平面。在 1~4 区，岩体受 4~6 组节理切割，形成碎裂一块状结构，在高达数百米的大型边坡中，总边坡有可能产生圆弧型破坏。

对于台阶边坡破坏模式，分析结果为：5~8 区将主要出现平面型、楔型破坏，尤其受平面型破坏威胁最大。1~4 区将主要出现楔型及倾倒破坏。

（2）边坡稳定性计算

在《边坡报告》中，按设计分区切得 9 个计算剖面，对每个剖面的总体边坡角进行了稳定性计算。对于圆弧型破坏模式的分区（1~4 区）采用 Bishop 法进行计算，对于双滑面破坏模式的分区（5~8 区）采用 Janbu 法进行计算。安全系数限值在不考虑地震力时一般取 1.25，只在 C—C' 剖面，因岩体较破碎，将安全系数的限值提高到 1.30。

通过改变坡角的敏感性分析，得出各设计分区的最大稳定边坡角见表 7-2。

各设计分区的最大稳定边坡角 表 7-2

设计分区	剖面编号	坡高 (m)	最大稳定坡角 (度)
1	A—A'	342	51.9
2	B—B'	522	39.5
3	C—C'	630	65.7
	C1—C1'	558	65
4	D—D'	288	70
5	E—E'	564	31.3
6	F—F'	711	32
7	G—G'	433	34.7
8	H—H'	394	28.5

比较表 7-1 与表 7-2 可以看出，1、3、4、7 区边坡设计确定的边坡角均未超过最大稳定坡角，其稳定性是可以保证的。2、5、6、8 区设计边坡角虽超过最大稳定边坡角，但根据《边坡报告》，地下水条件对边坡稳定性起着十分重要的作用，只要采取适当的排水疏干措施、靠帮爆破减震措施及局部加固措施，安全系数均会达到限值以上，处于稳定状态。同时，本次设计的边坡高度较《边坡报告》中最大稳定边坡角的边坡高度不同程度的降低，因此，边坡安全系数也会有所提高。

对于台阶边坡，各分区大部分是稳定的，对于局部岩体条件较差的部位，可采用一定的加固措施来保证其稳定性。

7.8.3 提高边坡稳定性措施

影响边坡稳定的因素异常复杂，减缓边坡角是提高边坡安全系数的方法之一，但相对其它方法来说，其敏感性不高，且导致大量增加剥离量，代价高昂。设计工作中在保证采场边坡不发生灾难性滑坡的情况下，不能过于保守。因此，为使矿山

生产既安全又经济，建议采取以下措施。

①边坡疏干工作

对于南芬露天矿来说，地下水是影响边坡稳定非常敏感的因素，要对采场边坡做适当的疏干工作，特别是 2、5、6、8 区应作为重点疏干区。结合南芬露天矿的地质条件，采用水平钻孔排水是较适合的疏干方法。

水平孔参数的确定：

根据水平疏干矿山的经验总结，在基岩裂隙含水层中，钻孔直径不应小于 91mm。水平孔的间距等于水平孔长度时，截水系数超过 90%，当水平孔的间距等于水平孔长度的一半时，截水系数可达 100%。水平孔的长度原则上要通到不稳定边坡潜在滑动面的后面，南芬矿下盘发生的滑坡宽度一般在 20~50m。综合考虑南芬境界边坡特点，设计水平疏干孔参数为：

水平疏干孔直径：100mm；

水平疏干孔深度：70~100m；

水平疏干孔仰角：1~5°；

水平疏干孔水平间距：50m；

水平疏干孔垂直间距：每隔 2 个并段台阶，即上盘 2 区 72m，下盘 48m。

②采取爆破降震措施

经常性的爆破震动对边坡的影响不容忽视，特别是临近边坡的爆破，应采取必要的爆破降震措施。目前，南芬矿生产虽采用了微差爆破，但应采取措施控制最大一段装药量。控制爆破规模，适当减少每次爆破的总药量。使坡体表面质点运动速度被限制在 25cm/s 以内。此外，在靠帮爆破中要采用予裂爆破，

以使边帮岩石较少受到震动和破坏。南芬矿以往做过予裂爆破试验，今后还应进一步做些补充试验，以寻求一套完整适当的予裂爆破参数。

③边帮加固

在矿山生产中，对不稳定的边帮采取加固措施是保证矿山生产的必要措施。在实际工作中，可根据滑体的具体特点，采取如下加固方法：

- 采用各种挡墙，在不稳定区段抵抗滑体的下滑力。

- 用抗滑桩埋入稳固岩体内，使滑体下滑力的一部分通过抗滑桩来承受。

- 采用金属锚杆或钢绳锚索，将滑体与稳固岩体构成共同受力体系，改变滑体内部应力状态。

- 用喷浆、铺金属网等方法，防止坡面岩石破坏和滚落。

④边坡维护与监测

矿山要建立专门的边坡维护队，装备专门的设备。对靠帮边坡要经常清扫和维护，及时清扫坡面上的浮石和渣堆。

滑体从出现早期征兆到最终滑落，一般要经过一段较长时间。因此，要对靠帮边坡进行系统长期的监测。建议矿山重建岩移监测网，以便了解坡面各部位的位移矢量、位移速度，做出系统分析。掌握边坡体的位移规律和稳定状况，做好滑坡的预测和预报，避免重大事故的发生。

8 矿山安全

8.1 安全设计依据的规程、规范

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》2014年12月1日；
- 2) 《辽宁省非煤矿山建设项目安全设施“三同时”审查审批实施细则》辽安监管一（2010）158号；
- 3) 《矿山建设工程安全监督实施办法》劳矿字（1994）502号；
- 4) 《金属非金属矿山安全规程》GB16424-2006；
- 5) 《爆破安全规程》GB6722-2011；
- 6) 《矿山电力设计规范》GB50070-2009；
- 7) 《建筑设计防火规范》GB50016-2006；
- 8) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010；
- 9) 《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010。

8.2 安全规章制度

矿山安全管理部门应严格按照《安全生产法》、《矿山安全法》、《金属非金属矿山安全规程》、《爆破安全规程》以及国家其他有关安全生产的法律、法规，结合本矿山的实际情况制订各项安全规章制度：

- 1) 各部门和车间的安全生产责任制；
- 2) 生产工序和工作岗位的作用规程和岗位操作规程；
- 3) 矿山安全生产检查制度；
- 4) 爆破器材管理制度；
- 5) 设备安全管理制度；
- 6) 交接班制度；
- 7) 生产安全事故管理制度；
- 8) 安全教育培训制度；

- 9) 生产事故应急救援预案;
- 10) 地面设施隐患应急预案、职业病防治应急预案;
- 11) 重大危险源监控和重大隐患整改制度;
- 12) 安全生产档案管理制度;
- 13) 安全生产奖惩制度;

8.3 安全机构

为保证安全制度的有效实行，矿山必须建立安全组织机构，明确人员配备，把各种责任落实到人。

矿山设置安全管理机构，配备安全员，并负责对全矿岗位工人的安全教育、培训等工作。

矿山的安全管理机构由矿山根据实际情况确定，并经过国家有关安全管理部门批准。

8.4 主要危险因素及防范措施

1) 危害安全生产的自然因素分析

危害安全生产的自然因素主要有地质构造、岩石的力学条件、水文地质条件、地震及有毒有害物质组分等，矿山在生产中应予以重视，作好监测及防护工作。

2) 生产过程中危害因素分析及主要防范措施

a.防火、防爆:

a) 为矿山生产提供机修、汽修等设施是火灾隐患较集中的场所，对这些部门存在的火灾隐患必须高度重视，设置干粉灭火器，并配备必要的地面消防设施。

b) 设计确定爆破危险区不小于 200m，采区内有相应的放炮警示标志、警戒线和警示信号。爆破时爆破危险区内禁止有行人，以防止爆破中的飞石砸伤人，采场终了边帮最后一排炮孔必须采用光面爆破，以利

边坡稳定及坡面平整。同时工作各个水平的人员设备要相互错开，严禁在同一剖面上作业，以防上部滚石危及其下部的生产安全。

b.防滑坡、防滚石：

在矿山生产期间除对露天边坡进行必要的清理和维护外，还应对露天边坡的稳定性进行监测，发现安全隐患及时采取相应的处理措施，加强采场边坡的管理，保证露天边坡的稳定和安全。

为保证露天采场边坡稳定，防止边坡坍塌、滑坡等，设计和生产应采取如下措施：

a) 临近边坡的生产爆破采用预裂爆破，通过控制炸药类型、装药密度、爆破孔直径、抵抗线、孔距和填塞高度等参数来控制，尤其在断层及弱面强度下，避免因频繁的生产爆破，导致边坡岩体及结构面强度降低，诱发滑坡，影响边坡的稳定性。矿山应采用多排孔微差爆破，减少地震波对边坡的破坏。

b) 采取有效的疏排边坡水措施，防止地表水对边坡岩体的冲刷及渗入边坡软弱结构面中降低岩体强度。同时，降低地下水压力对边坡稳定性的影响。

c) 采取局部加固及护坡，避免由于构造发育、岩体稳定性差而引起的局部滑坡。同时，在生产中要做到边坡定期清扫、维护和治理，防范局部滑坡和滚石，保证矿山安全生产。

d) 安全平台和清扫平台间隔布置，以防滚石伤人。

e) 进行岩移监测，做好滑坡预报，并采取必要的处理措施。

c.防排水措施：

a) 为了使封闭圈以上的降雨汇水尽可能不进入采矿场内，设计确定在 358m 清扫平台的崖道边缘设置挡土堤，土堤高 1.5m~2.0m。土堤既可以拦截降雨汇水涌入采场，也可以防边坡滚石。在 358m 清扫平台，设计

纵坡为 1%，下盘以 12 勘探线为分水界线，上盘以 10 勘探线为分水界线，降雨汇水沿该平台引出采场。采场进入深凹露天，采用机械排水方式排水。

b) 矿山在生产期间要对雨量、地下水水位、采矿场水的化学成分进行长期观测。

c) 为避免采场最低水平的挖掘机被淹，要创造挖掘机爬坡的条件，及时做好转移挖掘机的准备。

d) 矿山必须建立防、排水机构，并设专门水文地质人员，编排防排水计划，做到定期检查。特别是雨季来临之前，应对有关防洪水沟设施进行检查，发现局部破损，及时进行维护。

d.防机伤、防坠落：

a) 露天矿非工作帮阶段之间设梯子连接，梯子设安全栏杆和安全标志等措施。

b) 各转动机械处设安全保护罩以防伤身。

c) 在采场内凡有坠落危险之处都设明显的安全警戒标志和照明。

e.运输道路安全措施：

a) 道路设计和施工过程中需遵守金属非金属矿山安全规程要求，在生产过程中，要经常检查维护运输道路，使其处于良好的状态。

b) 为避免发生刹车失灵等行车事故，运输车需采取自动停车装置。

c) 自动汽车翻卸地点需设置安全车挡，车挡设置要符合安全规程。

f.防地震：

矿山建、构筑物按国家规定的该地区地震基本烈度Ⅵ度设防。

9 技术经济

9.1 工作制度

矿山工作制为年工作 300 天，每天 3 班，每班 8 小时。

9.2 劳动定员及劳动生产率

全矿劳动组织机构设置为：车间级单位 15 个，科室级单位 11 个，总计定员编制为 3512 人，其中，管理岗位编制 396 人；生产操作岗位编制 3116 人。

机构的设置及定员编制（含管理岗位）如下：

1、穿爆车间	325 人	14、政工部	11 人
2、电铲车间	309 人	15、纪委	2 人
3、运岩车间	438 人	16、工会	33 人
4、运矿车间	314 人	17、计划科	17 人
5、碎矿车间	192 人	18、生产科	23 人
6、排土车间	272 人	19、财务科	8 人
7、火药厂	110 人	20、技术科	29 人
8、动力车间	442 人	21、安全科	22 人
9、供应科	156 人	22、地测科	82 人
10、机动科	87 人	23、矿办公室	44 人
11、福利科	127 人	24、劳资科	7 人

12、技校	31 人	25、经警队	129 人
13、退管办	47 人	26、工贸公司	121 人

矿山生产工人劳动生产率为3209t/人·年，全员劳动生产率为2847t/人·年。

9.3 矿山投资

矿山为生产矿山，设备均为现有，矿岩开拓运输系统已形成，公辅设施齐全。新增投资主要有设备更新、新增道路、环保绿化等合计共12000万元。

9.4 成本估算

矿石成本按费用项目进行估算，其项目包括：辅助材料费、燃料及动力费、人工费、维简费、矿产资源补偿费、管理销售及其它费用（含水土保持、环境治理费用）等。

按上述项目估算矿石生产成本为59元/t，详见表9-1。

露天开采铁矿石成本表 表9-1

序号	费用项目	单位成本
1	辅助材料	14 元/t
2	燃料及动力费	10 元/t
3	人工费	8 元/t
4	维简费	6 元/t
5	折旧费	4 元/t
6	矿产资源补偿费	2 元/t
7	安全生产费用	5 元/t
8	管理销售及其它费用	10 元/t
	合计	59 元/t

铁精矿单位制造成本为364.50元/t，单位选矿加工费用为175.70元/t。详见表9-2。

成本费用估算表

表9-2

项目	单位	单价	单耗	单位成本
1.1 原料	元			188.8
1.1.1 铁矿石	t	59	3.2	188.8
1.2 辅助材料	元			21.67
1.2.1 衬板	kg	6.00	0.2034	1.22
1.2.2 钢球	kg	4.00	3.4950	13.98
1.2.3 皮带	m ²	40.00	0.015	0.60
1.2.4 油脂	kg	10.50	0.0200	0.21
1.2.5 过滤布	m ²	80.00	0.0050	0.40
1.2.6 托辊	kg	6.50	0.0400	0.26
1.2.7 其他材料费	元			5.00
1.3 燃料	元			9.64
1.4 动力	元			57.36
1.4.1 电	kwh	0.48	110.25	52.92
1.4.2 新水	m ³	0.71	2.41	1.71
1.4.3 环水	m ³	0.06	45.55	2.73
1.5 工人工资及福利	元			35.56
1.6 制造费用				51.47
其中:折旧				22.77
修理				16.33
其他				12.37
选矿加工费				175.70
制造成本				364.50

9.5 矿山经济评价

矿山经济效益计算按 65%以上铁精粉售价为 500 元/t、年产铁矿石 1000 万 t 计算。

铁精粉年产量=铁矿石年产量/选矿比=1000万t/3.2=312.5万t

年销售收入=矿石售价×矿山年产量=500元×312.5万t=156250万元

年铁精粉制造成本：364.5元/t×312.5万t=113906.25万元

矿山增值税：按销售收入的17%计，矿山年增值税为26562.5万元

城市建设费：为增值税的7%，每年1859.37万元

教育附加费：为增值税的3%，每年796.88万元

地方教育附加费：为增值税的2%，每年531.25万元

矿产资源税：6元/t×1000万t=6000万元

年利润：销售收入-各种费用=6593.75万元

所得税：按年利润的25%计算，每年1648.44万元

税后利润：年利润-所得税=4945.31万元

10. 开发方案简要结论

10.1 开发方案综合评价

本溪钢铁（集团）矿业有限责任公司南芬露天铁矿位置在辽宁省本溪市南东方向 25km 处，隶属于本溪市南芬区管辖。

南芬铁矿为本钢最大的铁矿石原料基地，每年生产的铁矿石占本钢公司所需铁矿石的三分之二以上。矿山产品为铁矿石，采用露天开采，采用汽车-准轨铁路联合运输。采矿许可证范围内保有铁矿石资源储量 20585.99 万 t，本次设计利用储量 12510 万 t，其中磁铁铁矿石（122b+333）资源量 11699.08 万 t、赤铁矿石（122b+333）资源量 810.92 万 t，生产规模 1000 万 t/a，服务年限 12.51 年。

南芬露天铁矿穿孔设备为 YZ-55 型牙轮钻机，孔径 $\phi 310\text{mm}$ ，采用多排孔微差爆破。出矿电铲为 10m^3 ，剥岩电铲为 10m^3 和 16.8m^3 及 20m^3 液压电铲。运矿汽车为 85t 汽车，运岩以 154t 电动轮汽车为主，辅以 190t 电动轮汽车。

南芬选矿厂磁铁矿生产流程：破碎作业采用三段一闭路流程，磨选作业采用两段球磨阶段闭路磨矿—三段磁选—细筛—磁选柱精选—中矿浓缩再磨-高频振网筛自循环工艺流程。

该矿的生产，不但能给本钢提供充足的原料，也能带动当地相关产业的发展，缓解劳动力过剩的问题，可给当地带来相当的经济、社会效益。

10.2 矿山主要技术经济指标

表10-1 综合技术经济指标表

序号	指标名称	单位	指标
1	地质资源储量	万 t	20585.99
2	矿区面积	km ²	5.4127
3	开采矿种		铁矿
4	开采方式		露天开采
5	露天开采境界内设计利用储量	万 t	12510
6	露天开采境界内岩石量	万 t	10008
7	平均剥采比	t/t	0.8
8	矿石回采率	%	95
9	废石混入率	%	5
10	矿石平均品位	%	32.35
11	矿石采出品位	%	30.73
12	工作制度		300d/a, 3 班/d, 8h/班
13	开拓方案		汽车-胶带半连续工艺
14	采矿方法		深孔爆破
15	矿山规模	万 t/a	1000
16	矿山服务年限	a	12.51
17	职工定员	人	3512
	生产工人	人	3116
	管理人员	人	396
18	全员劳动生产率	t/人·a	2847
	生产工人劳动生产率	t/人·a	3209
19	铁精粉制造成本费	元/t	364.5
20	铁精粉销售价格	元/t	500
21	年销售收入	万元	156250
22	年利润总额	万元	6593.75
23	年税后利润	万元	4945.31

