

西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估报告书摘要

项目名称:西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估。

委托单位:西藏山发工贸有限责任公司。

受托单位:四川立诚矿业评估咨询有限公司。

报告书编号:川立评字[2014]021号。

评估对象及范围:西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权；评估范围由西藏自治区国土资源厅颁发的采矿许可证批准的矿区拐点坐标及开采标高确定。

评估目的:西藏山发工贸有限责任公司拟转让西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权，本次评估即是为实现上述目的而向评估委托方提供该矿采矿权价值咨询意见。

评估基准日:2013年12月31日。

评估方法:折现现金流量法。

评估结果:经评估人员现场勘查和对当地市场的分析，按照采矿权评估的原则和程序，选取适当的评估方法和评估参数，经过认真估算，确定西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿评估基准日采矿权价值为2953.61万元人民币，大写人民币贰仟玖佰伍拾叁万陆仟壹佰元整。

评估有关事项声明:评估结论的有效期为一年，即从评估基准日起一年内有效。超过一年此评估结果无效，需重新进行评估。本报告仅供委托人为本报告所列明的评估目的以及报送有关机关审查而作。评估报告的使用权归委托方所有，未经委托方同意，不得向他人提供或公开。除依据法律须公开的情形外，报告的全部或部分内容不得发表于任何公开的媒体上。

重要提示:

本次评估的基础数据取值于《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，该报告为有地勘资质单位所作。

委托方对所提供的有关地质资料、销售资料的真实性、完整性及合法性负责。

本次评估结论为我公司评估人员根据特定的评估目的对被评估资产所作的专业分析判断，评估结果不是评估对象实际价值的实现保证。

该矿采矿许可证于 2013 年 11 月 8 日到期，本次评估计算年限至 2022 年 4 月，评估拟定有效期满后，矿山能顺利延续取得采矿许可证等所有生产相关合法手续无任何法律障碍。

以上内容摘自**西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估报告书**，欲了解详情，敬请全文阅读评估报告。

评估机构：四川立诚矿业评估咨询有限公司

法定代表人：

中国注册矿业权评估师：

中国注册矿业权评估师：

四川立诚矿业评估咨询有限公司

二〇一四年一月二十日

目 录

西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估报告书	1
一、评估机构	1
二、采矿权人	1
三、评估目的	2
四、评估对象及范围	2
五、评估基准日	3
六、评估依据	3
七、采矿权资源勘查和开发概况	4
(一) 矿区地理位置、交通和经济概况和自然地理、气候	4
(二) 地质工作概况	5
(三) 区域地质	7
(四) 矿区地质概况	10
(五) 矿产分布	16
(六) 开采技术条件	24
(七) 矿区建设开发现状	26
八、评估过程	26
九、评估估算方法	27
(一) 评估方法的选择	27
(二) 评估计算方法	27
十、评估指标与参数的选取	28
(一) 评估依据的技术资料及其合理性	28
(二) 技术参数的选取与计算	28
(三) 经济参数的选取与计算	31
十一、评估假设	37
十二、评估结论	38
十三、评估有关问题的说明	38
十四、评估责任人	39
十五、评估工作人员	39
十六、评估报告提交日期	39

附表

附表 1. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估价值汇总表 -----40

附表 2. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估价值估算表 -----41

附表 3. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估可采储量、服务年限计算-----42

附表 4. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估固定资产投资分类表-----43

附表 5. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估固定资产折旧明细表-----44

附表 6. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估销售收入计算表 -----45

附表 7. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估单位生产成本费用计算表-----46

附表 8. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估总成本费用计算表 -----47

附表 9. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估税费计算表 -----48

附件

附件 1. 四川立诚矿业评估咨询有限公司《营业执照》 -----49

附件 2. 四川立诚矿业评估咨询有限公司《矿业权评估资格证书》 -----50

附件 3. 注册矿业权评估师执业资格证书复印件 -----51

附件 4. 采矿权评估委托书 -----53

附件 5. 委托方承诺书 -----54

附件 6. 评估机构承诺函 -----55

附件 7. 西藏山发工贸有限责任公司《营业执照》 -----56

附件 8. 西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿《采矿许可证》 -----57

附件 9. 《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》及评审意见书-----58

附件 10. 西藏山发工贸有限责任公司历年矿石产量及销售价格统计 -----188

附件 11. 西藏山发工贸有限责任公司固定资产明细表 -----190

附件 12. 西藏山发工贸有限责任公司生产成本明细表 -----192

附件 13. 销售价格统计、购销合同及销售增值税发票 -----196

西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权评估报告书

编号：川立评字[2014]021号

四川立诚矿业评估咨询有限公司受西藏山发工贸有限责任公司的委托，遵循国家矿业权评估的有关规定，本着独立、客观、公正、科学的原则，根据特定评估目的运用现行公认的采矿权评估方法，对西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权进行了评估。本评估报告对该采矿权在评估基准日2013年12月31日所表现的价值作出了公允反映。现将评估情况、评估结果报告如下：

一、评估机构

评估机构名称：四川立诚矿业评估咨询有限公司。

法定代表人：管士平。

注册地址：成都市青羊区一环路西一段144号京川宾馆C座503室。

评估机构资质：探矿权、采矿权评估。

四川立诚矿业评估咨询有限公司是专业从事矿业权评估和矿业咨询的社会中介组织，2003年6月经国土资源部批准，获矿业权评估资格，证书编号：矿权评资[2003]010号。公司属独立法人单位，成都市青羊工商行政管理局工商登记注册号为：510105000016982。

二、采矿权人

采矿权人：西藏山发工贸有限责任公司；

企业名称：西藏山发工贸有限责任公司；

公司类型：有限责任公司；

法定代表人姓名：次仁；

住 所：曲松县甘旦路1号

注册号：54222610000018。

经营项目：铬矿产品开采；

西藏山发工贸有限责任公司于1998年7月21日正式注册成立，由西藏矿业发展

股份有限公司控股，与西藏山南三江商贸有限公司联合组建而成的一个联营企业。公司注册资金为壹佰万元人民币，其中，西藏矿业发展股份公司占 51%，西藏山南三江商贸有限公司占 49%。

公司主营铬铁矿石生产、销售。现在拥有两个采矿权证，分别为西藏山南曲松县罗布莎 Cr—116 矿体和罗布莎IV矿群 Cr-48、49 矿体。公司成立以来，投入了一定的资金对铬铁矿进行勘查与开发，取得了一定的成果。公司近几年主要开发罗布莎IV矿群 Cr-48、49 矿体，116 矿体一直未进行开采。

三、评估目的

西藏山发工贸有限责任公司拟转让西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权，本次评估即是为实现上述目的而向评估委托方提供该矿公平、公正的采矿权价值参考意见。

四、评估对象及范围

评估对象：西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权。

采矿许可证号：C5400002009082120034559。

批准机关：西藏自治区国土资源厅。

开采矿种：铬铁矿。

开采方式：地下开采。

生产规模：0.20 万吨/年。

有效期：自 2012 年 11 月 8 日至 2013 年 11 月 8 日。

采矿权范围由 1~7#，7 个拐点界定，拐点坐标如下表 1。

表 1 采矿权范围拐点坐标表（1980 北京坐标系）

拐点编号	X	Y	拐点编号	X	Y
1	3234700.00	31418240.00	5	3234175.00	31418980.00
2	3234150.00	31418050.00	6	3234175.00	31418700.00
3	3233665.00	31418050.00	7	3234700.00	31418700.00
4	3233665.00	31418980.00			
矿区面积(Km ²): 0.7633					
开采标高: +4500~+4000m					

本次评估范围及标高为采矿许可证确定的范围及标高，评估采用的基础数据《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》也采用该范围及标高。

矿山与邻近矿山之间无边界重叠及矿权争议。

五、评估基准日

根据《确定评估基准日指导意见》(CMVS30200-2008)、《采矿权评估委托书》，确定评估基准日为2013年12月31日。该时点距评估委托时间在1个月以内，期间未发生过大的经济变动事件，报告中所采用的参数指标及计算结果均为评估基准日的时点价。

六、评估依据

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》及实施细则；
- 2、《矿产资源开采登记管理办法》；
- 3、《探矿权采矿权转让管理办法》；
- 4、《矿业权评估管理办法（试行）》；
- 5、《矿产资源储量评审认定办法》；
- 6、《矿产储量登记统计暂行办法》；
- 7、国土资源部2006年第18号《矿业权评估收益途径评估方法修改方案》公告；
- 8、《矿业权评估技术基本准则》(CMVS00001-2008)；
- 9、《矿业权评估程序规范》(CMVS11000-2008)；
- 10、《矿业权评估业务约定书规范》(CMVS11100-2008)；
- 11、《矿业权评估报告编制规范》(CMVS11400-2008)；
- 12、《收益途径评估方法规范》(CMVS12100-2008)；
- 13、《确定评估基准日指导意见》(CMVS30200-2008)；
- 14、《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)；
- 15、《矿业权评估指南》(2004版)；
- 16、《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》(CMVS30300-2010)；
- 17、《矿业权评估利用矿山设计文件指导意见》(CMVS30700-2010)；
- 18、《矿业权评估利用企业财务报告指导意见》(CMVS30900-2010)；
- 19、采矿权评估委托合同书；

- 20、西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿《采矿许可证》;
- 21、《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》;
- 22、委托单位提供的有关资料;
- 23、评估人员收集的其它有关资料。

七、采矿权资源勘查和开发概况

(一) 矿区地理位置、交通和经济概况和自然地理、气候

罗布莎铬铁矿床位于西藏自治区曲松县北部,距曲松县城直线距离 25km。行政区划属于西藏自治区山南地区曲松县罗布莎镇管辖。核实工作区属于多年开发的矿区,与外界通行方便。核实工作区距曲松县约 25km,距离山南地区行署所在地泽当镇 65km,距青藏铁路拉萨火车站约 230km。拉萨至内地有国道 109、318 线两条公路相通;拉萨贡嘎航空港可与内地多个城市通航。核实工作区内简易公路纵横,交通极为方便。

核实工作区位于西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿区西段的IV矿群,总体地势南高北低具有陡坎平台相接的单斜地形特点。矿区东有龙给曲向北汇入雅鲁藏布江。矿区海拔 3900~4500m。流经矿区北面的雅鲁藏布江为当地侵蚀基准面,也是地表水与地下水排泄地段,平水期江面高程为 3450m。

核实工作区气候类型属独特高原高山气候,具高寒缺氧、紫外线辐射强烈,日温差大、年温差相对较小等特点。夏季降水量较大,且具阵发性,无霜期为 6~8 月份。冻土深度大于 1m,区内风灾、雪灾、冰雹等自然灾害常有。据曲松县气象站资料(海拔 3900m):曲松县一带年日照时数达 3070 小时,年无霜期为 110 天,年降水量 470mm。西藏地勘局(原地矿局)第二地质大队于 1970—1981 年在对罗布莎铬铁矿区开展详细普查工作时,在罗布莎矿区建立的简易气象站(观测站海拔 4307.5m,观测时间 1976 年~1978 年),获得的观测资料:年降水量 698.1mm,年蒸发量 1651.25mm,年平均最高气温 9.1° C,年平均最低气温-3.35° C,1978 年 1 月 12 日最低气温-20.9° C,平均气压为 60.19mm 汞柱高。

由于矿区地处曲松~德仲活动构造带上,地震活动极为频繁。据西藏地震志记载,1915 年 12 月 3 日 10 时 39 分 19 秒在矿区一带曾发生过Ⅶ级地震,大量房屋倒塌,伤亡数百人,迄今断垣残壁还依稀可见。

核实工作区所在的曲松县罗布莎镇是以农为主,半农半牧区。农业主要集中在雅

鲁藏布江沿岸及其主要支流下游地区，农作物主要有青稞、土豆和豌豆等，放养牦牛、绵羊、驴等家畜。工业主要为铬铁矿采掘业，区内丰富的铬铁矿资源支撑着西藏矿业发展股份有限公司、西藏江南矿业股份有限公司等数家矿业公司生存与发展。

矿区河流水质良好，水量丰富，能够满足生产、生活需要。坐落在核实工作区北部 10km 处的雅鲁藏布江支流张嘎曲上的沃卡一级、二级、三级等多个梯级水电站，为罗布莎铬铁矿床的开发提供了充足的能源支持。

（二）地质工作概况

1951 年中科院西藏工作队地质组在对桑日～拉加里（曲松）一线考察中发现了罗布莎超基性岩体。

1959 年原西藏煤田地质队二分队在检查群众报矿点时，在罗布莎村附近地表见有 110 多处矿体露头。计算资源储量 110 万吨。

1961 年中科院西藏综合考察队地质三组通过考察认为铬铁矿体是结晶分异和重力分异起主导作用，估算资源储量 24.58 万吨。

1962 年，西藏地质局藏南地质队，对罗布莎超基性岩体开展了 1:5 万路线地质调查，对罗布莎铬铁矿体进行地表检查工作。采用了 1:1 万地质修测、采集各种样品和物探等工作手段，用磁法确定了岩体的范围及产状，求得资源储量 40.1 万吨。但限于当时的客观条件，缺乏对矿体的深入研究。

1969 年 11 月～1972 年 1 月，国家计委地质总局航空物探队先后三次在东经 88° 00' ～93° 00'，北纬 29° 00' ～32° 36' 之间的广大地区进行了 1:50 万高山区航空磁测试验工作。

1966～1969 年，西藏地矿局第二地质大队开展了矿区的初步普查工作，对罗布莎超基性岩体开展 1:2.5 万路线地质调查，在罗布莎矿区采用地表钻探工程（14 个孔，1004.5m）及物探磁法、重力等找矿手段，初步查明了岩体的形态、产状和规模，认为罗布莎岩体是一向南倾斜的单斜岩体，在岩体内划分了四个岩相带；在岩体内新发现 149 个矿体，矿体呈“帚”状，似雁行状分布，形态以似层状、似脉状为主。认为矿体多分布在弧形矿带转折部位，矿体分布与岩体形态关系密切，矿体形态受构造控制；通过物探工作圈出物探异常 83 个；重新计算资源储量为 94.29 万吨。但由于“十年动乱”的影响，存在着部分钻孔工程质量低，部分原始资料编录格式不统一，部分坑探工程见矿后未能取样等问题。

该普查工作提交的铬铁矿矿石资源量已包含在 1970~1981 年之间完成的罗布莎铬铁矿区详细普查报告之中。

1975~1979 年，西藏地矿局区域地质调查大队完成了 1:100 万拉萨幅 (H-46) 区域地质调查，首次较系统地对本勘查区内地层、岩浆岩、构造和矿产进行了调查和综合研究，提交了地质、矿产调查报告。

同期，西藏地矿局第二地质大队开展了桑日~加查 1:5 万区域地质简测，较详细的划分了地层，建立了区内构造格架，首次确定了雅鲁藏布江断裂的位置和性质。对工作区的岩浆活动和岩浆岩划分了期次，初步查清了岩性特点和分布特征。以超基性岩为重点，收集了岩性特征、侵入期次和矿化情况等资料，为铬铁矿勘查提供了区域地质基础资料。

1989~1993 年陕西区调队开展了 1:20 万浪卡子幅、泽当幅、加查幅区调工作，探讨了测区内蛇绿岩，也研究了蛇绿岩与铬、金和银间的关系。

2000 年，西藏地勘局第二地质大队完成了《西藏主要超基性岩带铬铂资源调查评价》，在充分收集调查评价区已有的地、物、化、遥及矿产资料的基础上，以“3S”技术为支撑，综合运用地质填图、物化探综合剖面、工程揭露及样品测试等方法 and 手段，对罗布莎超基性岩体进行了重点评价，并估算了预测的资源量。认为罗布莎岩体的中东段已知矿体的外围及深部找矿潜力较大，应进一步开展铬铁矿资源评价工作。

2006 年，西藏山发工贸有限责任公司委托西藏矿业股份有限公司矿山设计院按照储量检测工作的有关规范对罗布莎矿区IV矿群矿权范围内现待开发的 Cr-48、Cr-49 矿体进行储量检测工作，本次工作未投入实物工作量，依据山发工贸有限责任公司提供的以往地质勘查资料和矿山当时开采现状资料编制形成《西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿区IV矿群 Cr-48、Cr-49 矿体 2006 年矿产资源量检测报告》，提交了 Cr-48 矿体 333 资源量 1880.34 吨，Cr-49 矿体 333 资源量 2311.76 吨。

2013 年 3 月~9 月，西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队对将要整合的采矿证范围内资源量重新进行核实，并提交了《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，截止 2013 年 6 月 30 日，本核实区内罗布莎矿区IV矿群保有铬铁矿矿石资源储量 (332+333) 58601.54 吨，其中 332 资源储量 45599.20 吨，333 资源储量 13002.34 吨，本次提交的矿石资源量均为新增的矿石保有资源量，2006 年提交《检测报告》中的 Cr-48、Cr-49 矿体及生产勘探中发现的 MCr-1、MCr-2 等矿体截止 2013 年 6 月 30 日已基本采尽。2013 年 12 月 31 日西藏自治区土地矿权交易和

资源储量评审中心出具评审意见书（藏矿储评字[2013]104号）。

（三）区域地质

罗布莎超基性岩体产于雅鲁藏布江缝合带的东段（仁布～米林一带）。该带是一条发育在喜马拉雅和冈底斯～念青唐古拉两构造块体之间的缝合线构造单元，由雅鲁藏布江蛇绿岩带及南、北两侧不同时代、不同性质的区域性大断裂以及它们所围限的岩石组成。东起南迦巴瓦地区，西止拉达克，长约2000Km，呈东西向沿雅鲁藏布江谷地分布。雅鲁藏布江缝合带在我国境内全长1400Km，由160个主要的镁铁——超镁铁岩体组成，面积约3361Km²，占我国造山带中超镁铁岩总面积的59%。该区是我国豆荚状铬铁矿的重要产地，也是我国进一步寻找铬铁矿的最有潜力地区。

雅鲁藏布江缝合带根据带内赋存的镁铁～超镁铁岩体特征及其产出环境，进一步分为西段、中段和东段三段。东段东起朗县，西至曲水，东西长约650Km。罗布莎超基性岩体就位于雅鲁藏布江蛇绿岩带东段，严格受雅鲁藏布江构造带的控制，在成岩期和成岩后都遭受了强烈的构造变形与位移，形成一系列复杂的构造形迹。

（1）地层

罗布莎超基性岩体所在的雅鲁藏布江蛇绿岩带东段属于雅鲁藏布江地层分区。区内分布的有上三叠统、上侏罗～下白垩统、上白垩统、第三系和第四系等地层。除第四系分布广泛，无一定产出方向外，其它地层受区域构造的影响，总体呈近东西向展布，并具有南老北新的特点。各地层分布特点及岩性特征分述如下：

上三叠统郎杰学群为一套典型的西藏特提斯复理石——类复理石建造。东西向展布于岩套南部，向南倾斜，经历了区域浅变质作用，主要岩性为板岩及千枚状板岩，可分五个岩性段，反映了非稳定的快速沉积环境。

上侏罗～下白垩统桑日群分布在藏郎曲西北部，仅出露麻木下组之一小部分，呈不规则顶盖及捕虏体产出，与郎杰学群呈断层接触关系。

上白垩统泽当群为蛇绿岩套之一部分，产于岩套北部，矿区内仅出露泽当群上部岩性段，为一套深海沉积物，并与岛弧环境有关。与旁侧岩石呈构造接触。

第三系罗布莎群呈东西向的条带状产于罗布莎超基性岩体北侧，为一套典型的磨拉石建造，以30°—65°倾角向南倾斜。北与中酸性岩体为不整合接触，南与蛇绿岩套及郎杰学群地层呈断层接触。该地层岩性及厚度变化较大，可分为复成分砾岩段、含砾砂岩夹砂岩段和砾岩段三个岩性段。在其第二岩性段可见中新世——渐新世化

石。该组由西藏综合队（1979）年创名。《西藏地质志》（1993）和《西藏自治区岩石地层》（1997）认为其和大竹卡组（西藏工业局地质队，1964）相当，故区域上多采用“大竹卡组”之名。

第四系为松散堆积层，按成因可分为冰碛层、残坡积层、冲洪积层及湖积层。

（2）岩浆岩

区域上出露的岩浆岩有石英闪长岩、石英二长岩、黑云母花岗岩、基性岩、超基性岩及辉长岩、辉绿岩脉等，铬铁矿化主要与其中的超基性岩有关。

罗布莎超基性岩体西起桑日县尼色，向东经曲松县罗布莎、香卡山和康金拉，延至加查县的康莎村。目前所见形态是受雅鲁藏布断裂控制和后期脆性断裂破坏所致。岩体呈反“S”形，东西长约43Km，南北宽一般为1~2Km，中部最宽处达3.75Km，面积约70Km²。岩体中产出的铬铁矿体地表断续出露长度达36Km；矿体出露的最高标高为5355m，控制的最低标高为3900m，高差达1455m。岩体中已知的工业矿体几乎都赋存在斜辉辉橄岩岩相带中，纯橄岩岩相带中也有少量的致密块状铬铁矿体产出，该带中最常见的是浸染状矿体。

矿体在空间上也具有一定的“层位”关系和一定规律性分布。据统计，中部含矿带（中央含矿构造岩相带）中主要工业矿体均分布在斜辉辉橄岩岩相带与纯橄岩岩相接触部位向南0.04-0.5Km距离的斜辉辉橄岩岩相带中。

在平面上，按矿体在岩体中分布位置，可分为南、中、北三个含矿带，即南部边缘含矿带、中部含矿带（中央含矿构造岩相带）和北部边缘含矿带，其中中部含矿带是罗布莎铬铁矿床的主矿带。

罗布莎岩体南部与上三叠统朗杰学群呈断层接触；北部与上白垩统泽当群和第三系罗布莎群呈断裂接触关系。

（3）构造

区内主要构造为东西走向的挤压构造及其派生的其它构造，东西走向挤压构造有岩体两侧的主断裂带和岩体内一系列与之平行或近乎平行的断裂带及朗杰学群内还发育一系列东西走向的褶皱构造，处于同一变形场内的构造有南北向张性及张扭性断裂、北东向张扭性断裂和北西、北西西向压扭性断裂。

罗布莎蛇绿岩套为一个壳幔层序齐全但支离破碎的岩体，地幔层序分布于岩体南部（上部），地壳层序分布于北部（下部）。

地幔层序由斜辉辉橄岩岩相带及橄榄岩岩相带组成（地幔橄榄岩）。本层序发生过局部熔融作用，是亏损的地幔岩。地壳层序相对较为复杂，由下至上分别由堆晶橄榄岩、层状辉长岩、深海沉积物及沉积物中的基性岩脉和玄武岩组成。

蛇绿岩体呈残缺不全但基本层序相对不变的岩片产于雅鲁藏布江构造带内，其中地幔层序只是地幔顶部极薄的部分，地壳层序由于构造改造使其岩石均呈构造破碎块产出，整个层序支离破碎，断续分布于岩体北部，已被构造减薄，构造作用也使部分地幔岩石以构造破碎片形式产于堆晶岩顶部的混杂岩内。

岩体与南北两侧围岩均呈断层接触关系，岩体逆冲于第三系罗布莎群及花岗岩岩基之上，而上三叠统朗杰学群又逆冲于岩体之上。在岩体西段北侧构造混杂岩带内见有罗布莎群构造碎片，而朗杰学群内也多见蛇绿岩体碎片。

（4）地球物理特征

青藏高原的布格重力异常呈现为一个完整封闭的负异常区。区域重、磁异常特征与构造单元完全相符，分别为：冈底斯、念青唐古拉低重力、磁场升高区，其磁场背景值 0~50nT，南缘反映了冈底斯火山~岩浆弧构造带的条带状正异常，强度西强东弱，以曲水为界出现了 700nT 的强正异常（由花岗闪长岩及中酸性~中基性火山岩引起）。本区总体上表现为平缓重力场上叠加三个 II 级异常区。

在日喀则~曲松布格重力异常图上（图 2-1），重力场南高北低，异常等值线主要呈 NE 向展布并叠加一些局部重力异常，出现与断裂构造有关的重力异常梯度带。

雅鲁藏布江缝合带低重力~强磁异常区（图 2-2）基本与雅鲁藏布江构造带对应，强度在 100~300nT 之间，局部可达 700nT。强正异常与超基性岩体有关，负异常对应白垩系日喀则群复理石分布区，宽达 300km。重力场由陡变缓与莫霍面跃变有关。带内广泛分布的超基性岩体（群）及隐伏岩体表现为强磁性和局部高密度体。与铬有关（与超基性岩有关）的区域重、磁场特征为条带状高磁、高重力异常，受雅鲁藏布江缝合带控制。

（5）地球化学特征

各元素的背景值与区内不同时代地层、岩浆岩和断裂构造密切相关。铂族元素 Cr、Mg、Fe 元素赋存在超基性岩中并受超镁铁岩所控制，其背景值远高于其他岩性，在藏南岩带上形成一个东西向展布的铬和铂异常带（图 2—3），该带组合元素为 Cr、Ni、Co、Hg、Au、Pt。罗布莎岩体的 Cr、Mn、Ti、V 明显地高于其他岩体，K、Na、

Ca、Al 氧化物含量也相对较高；Au 元素在岩浆岩中随着基性的升高而增大；Ag 元素的背景值以冈底斯火山--岩浆弧中的最高；Hg 元素异常目前在超基性岩中较为发育，在区域范围内一部分可作为构造存在与否的标志。

（6）遥感地质特征

在区域遥感特征方面，表现为沿雅鲁藏布江缝合带显示东西向韧性剪切带。在南北两侧发育多个环形构造和东西向、北西——南东向、南西——北东向及部分近南北向线性构造。其中雅鲁藏布江断裂带北主断面表现最为清晰，为一组南倾裂面，以该断裂面为界，南北影像差异较大，紧贴其南侧的断裂带表现为诸多平行排列的细线，带内的超基性岩与两侧岩石相比表现出较深的色调和较柔和的纹理且纹理较细，局部有粗糙纹形。与紧邻的北侧岩石相比，超基性岩或蛇绿岩套风化剥蚀程度偏高。铬铁矿和铂族元素受控于沿雅鲁藏布江的深大断裂内的东西向构造。

（7）矿产特征

本区域已知的矿产有铬、铜、铁等，以铬矿为主。铬铁矿分布于雅鲁藏布江超基性岩带内，呈东西向展布，其中曲水～朗县段矿化好。矿床类型为岩浆型。铜、铁矿则见于冈底斯火山岩浆弧南缘，矿床成因类型为斑岩型、矽卡岩型及热液充填型。

（四）矿区地质概况

（1）地层

区内分布地层主要有上三叠统、上侏罗～下白垩统、上白垩统、第三系和第四系等地层。除第四系之外，区内出露的地层在总体分布上具有东西向延伸，南（部）老北（部）新的特点。从老到新分述如下：

上三叠统朗杰学群（ T_3^{1-2} ）呈东西向展布于罗布莎超基性岩体南部，总体向南倾斜，倾角 50° 左右，在核实工作区中部（香卡山矿区）该地层呈北西～南东走向，向北东倾斜，倾角 $20^\circ \sim 50^\circ$ 。为一套典型的古特提斯复理石～类复理石建造，反映了非稳定的快速沉积环境。主要岩性为绢云千枚岩、透镜状结晶灰岩、放射虫硅质岩、砂质板岩、长石石英砂岩。该套地层经历了区域浅变质作用，并普遍经历了构造变形作用。

上侏罗～下白垩统桑日群（ $K_1 - J_3$ ）分布在岩体的西部，在北部也有少量分布。该地层出露不全为麻木下组之一小部分，呈不规则残留顶盖及捕虏体产出，与上三叠

统朗杰学群呈断层接触关系。

上白垩统泽当群 (K_2z): 为蛇绿岩套之一部分, 产于超基性岩北部, 相当于泽当群上部岩性段, 为一套杂色千枚岩、板岩、放射虫硅质岩、变玄武岩、辉绿岩、中基性火山熔岩的深海沉积物, 并与岛弧环境有关。与旁侧岩石呈构造接触。

第三系罗布莎群 (E_3-N_1R): 该地层呈东西向展布的条带状产于超基性岩体北侧, 倾角 $30^\circ \sim 65^\circ$, 为一南倾的单斜地层。北与中酸性岩体呈不整合接触, 南与超基性岩体、上白垩统泽当群呈断层接触。第三系罗布莎群地层为一套典型的磨拉石建造, 沿走向岩性及厚度有较大变化, 自上而下可分为复成分砾岩段、含砾砂岩及砂岩段、砾岩段三个岩性段, 产中新世~渐新世化石。具复源碎屑成份, 早期以北源花岗质为主; 晚期出现有蛇绿岩成份, 南北源均有。化石主要产在第二岩性段中, 以腹足类、瓣鳃类、轮藻类等淡水动物为主。出露厚度从 30—600m 不等。

第四系 (Q): 分布广泛, 多见于河谷及斜坡下部地形低洼处。为松散堆积层, 按成因可分为冰碛层、残坡积层、冲洪积层、重力堆积层及湖积层。残坡积层在各矿群中均有分布; 冲洪积层主要分布在沟底, 少有阶地冲洪积层分布; 冰碛层和湖积层仅在局部地段以剥蚀残余出现; 重力堆积层在德热曲、龙给曲、那当曲、康金拉河和矿区北侧邻近雅鲁藏布江地段也有零星分布。

(2) 构造

矿区位于雅鲁藏布江结合带一级构造单元, 嘎学~泽当褶冲带二级构造单元, 罗布莎~泽当混杂岩三级构造单元。

区内主要构造为南北向挤压构造及其派生的其它构造, 南北向挤压构造形迹有岩体两侧的主断裂带和岩体内一系列与之平行或近乎平行的断裂带及朗杰学群内发育的一系列东西走向的褶皱构造, 向北逆冲的推覆断裂为该区构造主体, 伴有轴面南倾的同斜倒转褶皱, 构成逆冲推覆构造混杂岩带。处于同一变形场内的构造还有南北向张性及张扭性断裂、北东向张扭性断裂和北西、北西西向压扭性断裂。矿区较大规模的构造一般具有多层次、多期次变形特点。在造山期后, 隆升构造变形场中, 继承原有的构造面, 很多早期的逆冲断层改变为反向滑动的正断层。构造形迹表现为固态流变形相序列、弯流—压扁韧塑性变形相序列、脆~韧性挤压~剪切变形相序列、脆性变形相序列等。构造混杂岩带中的物质由基质和外来系统组成。基质为侏罗纪~白垩纪深海沉积砂岩、板岩、硅泥质岩, 上三叠统朗杰学群复理石~类复理石建造等; 外

来系统主要有地幔岩石组合序列、洋内岛弧火山岩序列以及其它碳酸盐岩块体等。在罗布莎构造混杂岩中出现钠闪石、青铝闪石、黑硬绿泥石及绿纤石等，显示了高压相系特征（1:20万加查幅，1995年），因此，至少可认为其同构造变质为中高压低温动力变质作用。

（3）岩浆岩

矿区出露的主要岩浆岩体被称为“罗布莎岩体”，该岩体从西往东分为罗布莎、香卡山和康金拉三个地段，本区位于罗布莎段的西端，为蛇绿岩套的中下部成份，主要有超基性岩、基性岩，上覆玄武岩或泽当群碎屑岩，岩体主要岩石均有不同程度的蛇纹石化。

①. 岩体形态、产状、规模

罗布莎岩体呈近东西向展布，东西长约43km，南北宽一般为1-2km，中部最宽处达3.75km，面积约70km²，平面上呈反S展布。综合地质、物探、钻探资料，岩体总体走向近东西，倾向南，延深大于800m。岩体北侧逆冲在上白垩统及第三系砾岩之上，南北两侧倾角变化大，在岩体西部藏郎曲以西，倾角50°-70°，在中部德热曲至那当曲，岩体北界倾角为25°-40°，而向东莎神至加勒日桑倾角为70°左右；岩体南界与上三叠统类复理石呈断层接触，接触面倾向南，倾角变化大，藏郎曲以西倾角45°-60°，罗布莎矿区倾角50°左右，向东在香卡山矿区倾角在60°左右，个别地段地表和浅部岩体向北倾，向下逐渐拐向南，在康金拉一带倾角大于70°。

岩体剖面特征总体为一向南倾斜的无根不对称漏斗状。与典型的蛇绿套剖面对比表明，目前地表所见的罗布莎岩体是一个壳幔层序齐全但支离破碎的岩体，地幔层序分布于岩体南部（上部），地壳层序分布于北部（下部），具有向南倒转的层序。

②. 岩石组合及岩相带划分

罗布莎岩体根据岩石组合、岩石化学特征，划分为异剥辉橄岩——辉长岩杂岩相带（ZH）、纯橄岩岩相带（ Φ_1 ）和斜辉辉橄岩岩相带（ $\Phi_2+\Phi_1$ ）。

异剥辉橄岩——辉长岩杂岩相带（ZH）：地表主要出露于岩体西端及北部边缘至那当曲一带，在纯橄岩岩相带与斜辉辉橄岩岩相带之间也有少量分布。按位置及与纯橄岩的关系，进一步划分为“下杂”和“上杂”两部分。其主要岩石类型有异剥辉橄岩、异剥橄橄岩异剥辉石岩及辉长岩等，“上杂”中偶见橄长岩。岩石中的镁铁比值低，CaO含量在5.04-11.21%，属铁镁质超基性岩。“下杂”与纯橄岩岩相带之间常见

过渡关系，“上杂”与斜辉辉橄岩岩相带的关系往往为断层接触，其间有 20-30m 的构造角砾岩。

纯橄岩岩相带 (ϕ_1): 岩相带大致平行于岩体北部边界出露, 连续性好, 出露宽度变化较大, 西段一般为 0.65—0.95km, 往东至香卡山一带宽度最大, 可达 1.1-1.2km。岩石类型主要为纯橄岩, 有极少量的含辉纯橄岩。岩石的镁铁比值为 8-11.6, 属镁质超基性岩。在岩相带的上部和下部, 多有铬铁矿产出。矿石类型以稀疏浸染状、稠密浸染状为主, 见少量致密块状矿石。

斜辉辉橄岩夹纯橄岩异离体岩相带 ($\phi_2 + \phi_1$): 该岩相带是岩体的主要组成部分, 广泛分布岩体的中部及南部的大部分。分布面积占岩体总面积的 80%以上, 出露宽度在 0.3-3.75km 之间。岩相带的岩石组合较为简单, 以斜辉辉橄岩为主, 纯橄岩次之。间或有少量的含辉纯橄岩、二辉橄榄岩透镜体。纯橄岩透镜体集中分布在北部近纯橄岩岩相带附近和岩体中北部的主含矿构造岩相带内, 二辉橄榄岩主要分布在远离纯橄岩的南部边缘一带。

③. 岩石类型及岩石化学特征

纯橄岩及含辉纯橄岩: 风化面呈土黄——姜黄色, 新鲜面为橄榄绿色, 普遍具有不同程度的蛇纹石化, 随蚀变程度的加强颜色相应变深, 主要矿物为橄榄石、少量辉石和铬尖晶石, 自形——半自形, 粒径 5-10mm。橄榄石矿物光学特征反映至少有两个世代。第一世代为镁橄榄石, 普遍具有波状消光及机械双晶特点, 第二世代为贵橄榄石, 不具有波状消光及机械双晶。镁橄榄石分布较广, 既有熔融残余, 也有再生矿物; 贵橄榄石为再生矿物。铬尖晶石多星点状分布于岩石中, 也可定向排列, 粒径一般小于 0.3mm, 富铁铝铬铁矿和铬铁矿各占 50%。

斜辉辉橄岩: 风化面褐黄色, 新鲜面灰绿色、暗黄绿色。矿物成分主要由橄榄石 75~85%、斜方辉石 15~20%、透辉石 2~3%、铬尖晶石 2~3%等组成。橄榄石以镁橄榄石为主; 斜方辉石多为不规则粒状, 被橄榄石交代, 具熔蚀边, 波状消光及机械双晶普遍, 粒径 0.5-5mm, 以顽火辉石为主; 单斜辉石一般较新鲜, 翠绿色, 粒径小于 0.5mm, 为铬透辉石; 铬尖晶石多为铝铬铁矿。

二辉橄榄岩: 岩石具它形变晶结构、残碎斑状结构及少量次生网眼结构, 块状构造。主要矿物成分橄榄石 (65~70%), 其次为斜方辉石 (15~20%), 单斜辉石 (5~10%) 等, 副矿物为铬尖晶石 (1%) 等。

辉长岩: 多呈岩墙状产出。辉长结构, 块状构造。矿物成分主要为斜长石 (50~

60%)，单斜辉石（35~40%）等，普遍黝帘石化、次闪石化和蛇纹石化等。副矿物有榍石。原生斜长石、单斜辉石颗粒呈等轴状，粒径 1.5~2mm，相互紧密穿插接触，构成共结晶的辉长结构。

辉绿岩：辉绿结构，块状构造。粒度 0.05~3mm。矿物成分：斜长石（70%），自形板状，属拉长石；普通辉石（10%），自形粒状；黑云母（14%），片状；石英（3%），它形粒状。副矿物有钛铁矿（2%）、榍石、锆石等。

异剥辉石岩：黑色，变余斑状结构。矿物成份主要为异剥辉石，粒径 0.2-2 mm，可见伟晶结构，大部分蚀变为纤闪石、绿泥石和磁铁矿。

④. 主要岩石化学特征

岩石的微量元素含量相对贫化，Rb、Ba、Th 等大离子亲石元素相对分散，而 Cr、Co、Ni、V 等过渡族元素较富集，且 Cr、Ni 特别富集于纯橄岩，对成矿十分有利。

岩石化学全分析的肖序常法计算具有以下岩石化学特征：

岩石以钙碱性系列为主，占总数的 86.9%，少数为铝过饱和或碱过饱和系列。

M/F 值：纯橄岩相带岩石平均 11.73，斜辉辉橄岩相带中纯橄岩平均 12.04，斜辉辉橄岩平均 10.41，杂岩带中的单辉辉橄岩为 6.69，辉长岩为 1.63。反映了杂岩带由铁质橄榄岩组成，其他由镁质橄榄岩组成。

M+F/SiO₂ 值：纯橄岩相带岩石平均 1.93，斜辉辉橄岩相带中纯橄岩平均 1.87，斜辉辉橄岩平均 1.64，杂岩带中的单辉辉橄岩为 1.32，辉长岩为 0.40。反映了熔融使 Mg+Fe 在纯橄岩结晶时相对富集，SiO₂ 在杂岩中相对富集。

b 值：纯橄岩相带岩石一般大于 65，斜辉辉橄岩相带岩石一般大于 60，杂岩带中岩石一般不于 60。

a+c 值：纯橄岩相带岩石在 0.06-1.44 间，与 b 值无关，斜辉辉橄岩相带岩石在 0.02-1.04 间，与 b 值反相关关系，杂岩带中岩石在 0.81-18.01 间，与 b 值反相关关系。

纯橄岩普遍含镁高，含铁低，a+c 值多在 0.06-0.30 间，说明岩石缺乏铝硅酸盐。

斜辉辉橄岩含铬量低于纯橄岩，含钙量高于纯橄岩，岩石酸性程度较纯橄岩高。

岩石的稀土元素含量 ΣREE 0.71~5.9110-6，LREE/HREE 0.86~6.67， δEu 0.42~1.03，主要显示明显的负铕异常，(La/Yb)_N 0.59~12.14、(La/Sm)_N 0.71~4.40、(Gd/Yb)_N 0.61~3.23，总体上反映了轻稀土和重稀土富集程度很低的特征，稀土配分曲线为轻稀土平坦之弱亏损型，反映了地幔岩的不完全熔融特点。

(4) 变质作用及围岩蚀变

根据变质作用发生的地质环境及变质作用因素的不同,将本区变质作用划分为区域变质作用、动力变质作用。

区域变质作用主要表现为区域低温动力变质作用和区域动力热流变质作用。区域低温动力变质作用以发育低级变质岩为主,主要为板岩、变质砂岩、千枚岩等,变质程度仅达低绿片岩相。

动力变质作用主要表现为脆性动力变质作用和韧性动力变质作用。脆性动力变质作用主要发生在各种方向的断层破碎带上,常呈狭窄带状分布,形成的岩石有构造角砾岩、碎裂岩、碎斑岩、断层泥等;韧性动力变质作用主要发生在近东西向韧性剪切带中,在近南北向的少量断层中也有发育,岩石呈狭窄带状分布,形成的岩石有糜棱岩、千糜岩化岩石等。

岩体与围岩热变质不明显,岩体内部发育变形组构,反映岩体具有深成强力就位特点。

此外,本区基性超基性岩大多发生不同程度的蛇纹石化变质作用,本作用与热流、动力作用有关。

(5) 地球物理特征及找矿效果

罗布莎铬铁矿区开展了一系列物探找矿工作,IV矿群工作方法以地面重力、高精度磁测为主。航磁异常近东西向延伸,异常南正北负,正峰值最高达420 γ ,异常基本能反映岩体分布和产状,但难直接反映矿体特征。地面重磁对岩体的分带、构造分布等有一定的反映,对浅表具有一定规模的矿体也有,但对埋深大于40m的矿体则基本无异常反映。井中物探试验提供了较多的异常,但至今没有成功的找矿实例。

(6) 中央含矿构造岩相带

该带连续性好,呈东西走向,东、西两端向南转折,中部向北凸出,整体与岩体的形状基本一致。带内岩性变化频繁,不同的岩石类型交替出现,尤其是靠近矿体的地段,此外岩相带内破碎带较为发育,规模大小不等,产状各异,据破碎带内物质组成特征看,其成因为压性、压扭性及张扭性。规模最大的宽达15米左右,长100余米,小的宽仅数毫米,长数十厘米。并有较多的晚期辉长—辉绿岩脉侵入其中。以上特征为罗布莎矿床所总结,作为该矿床西端的IV矿群仍具此特征。

（五）矿产分布

罗布莎岩体的矿产分布规律可以归纳成“成带分布、成群出现、分段集中”。根据这一规律和矿体分布的地域特点，将罗布莎矿床从北向南分为北部矿带（分凝堆积型）、中部矿带、南部矿带；从东向西分为罗布莎矿段、香卡山矿段和康金拉矿段。罗布莎矿区——香卡山矿区——康金拉矿区自西向东海拔渐高，西部矿体最低海拔为3900m，东部矿体最高海拔为5355m，二者相差约1455m，在这一海拔范围内不同高程中均有矿体分布。矿体大小悬殊很大，形态各异，以透镜状、豆荚状为主。

岩体从北向南可划分为三个矿带，在平面上呈细长条带状展布，在中段扎布——莎神一带各带出露较宽，呈散开状，向东、向西收敛，各带平面距离变小。

IV矿群主要分布有北部矿带和中部矿带，南部矿带目前未同前未见出露。

1、地表矿体分布特征

IV矿群位于罗布莎矿区的西端，靠近岩体南界的藏郎曲东侧，在七十年代地质普查工作中，通过地质填图发现该地段地表共出露三个矿体，分别是Cr—69、Cr—59、Cr—63（矿体编号以地表矿发现的先后为依据），矿体呈扁平的透镜状，倾向南，倾角65—75°，地表出露长度5.5—9米，厚1—7米，延深一般小于9米。出露标高4400—4380之间，倾向与山坡倾向一致，适于露天开采。矿石类型为致密块状铬铁矿，Cr₂O₃平均品位大于50%，目前地表矿体已基本采完。

2、矿体特征

Cr—12矿体：

由ZK4201钻孔和ZK4402控制，矿体呈透镜状，矿体走向长约40米，延深18米，倾向116°左右，倾角32°左右，矿体赋存标高在4253.231m—4282.749m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶底板均为纯橄岩，矿石类型为致密块状。

Cr—85矿体：

矿体位于IV矿群北东侧，由ZK4204钻孔和ZK4203控制，矿体呈囊团状，矿体走向长约20米，延深48米，倾向114°左右，倾角50°左右，矿体赋存标高在4431.725m—4415.025m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶板均为斜辉辉橄岩，底板均为纯橄岩，矿石类型为致密块状。

Cr—86矿体：

矿体位于IV矿群北东侧，由ZK4204钻孔和ZK4203控制，矿体呈囊团状，矿体

走向长约 20 米，延深 20 米，倾向 113° 左右，倾角 45° 左右，矿体赋存标高在 4420.485m—4415.965m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶板均为纯橄岩，底板均为斜辉辉橄岩，矿石类型为致密块状。

Cr—87 矿体：

矿体位于 IV 矿群北东侧，由 ZK4003、ZK4004、ZK4204、ZK4203、ZK4401 钻孔及 PD4424—CM2、PD4410 控制，矿体呈囊团状，矿体走向长约 54 米，延深 80 米，倾向 120° 左右，倾角 45° 左右，矿体赋存标高在 4406.214m—4383.195m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿石类型为致密块状。

Cr—88 矿体：

矿体位于 IV 矿群北东侧，由 ZK4203 钻孔和 PD4390 控制，矿体呈囊团状，矿体走向长约 40 米，延深 30 米，倾向 125° 左右，倾角 35° 左右，矿体赋存标高在 4390m—4372.605m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶底板均为纯橄岩，矿石类型为致密块状。

Cr—89 矿体：矿体位于 IV 矿群北东侧，由 PD4390 控制，矿体呈囊团状，矿体走向长约 10 米，延深 10 米，倾向 120° 左右，倾角 47° 左右，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶底板均为纯橄岩，矿石类型为致密块状。

Cr—83 矿体：矿体位于 IV 矿群北东侧，由 ZK4602 控制，矿体呈囊团状，矿体走向长约 10 米，延深 10 米，倾向 120° 左右，倾角 40° 左右，矿体赋存标高在 4261.857m—4261.467m，矿体与围岩呈截然接触关系，矿岩界线清晰，矿体的顶板均为纯橄岩，矿体的顶板均为斜辉辉橄岩，矿石类型为致密块状。

3、矿石质量

(1) 矿石矿物成份

组成工业矿石的主要矿物为高铬、低铁、低铝型铁镁铬铁矿，其次为镁铁铬铁矿和镁铬铁矿。这些矿物在矿石中要占 80% 以上，而脉石矿物仅占 15~20% 左右。矿石的脉石矿物多以叶蛇纹石、富铬斜绿泥石、铬绿泥石为主，次为微量金属矿物如磁铁矿、赤铁矿、六方硫镍矿、针镍矿等，其总含量不足 2%；还有少量非金属矿物如阳起石、蒙脱石、橄榄石、钙铬铝榴石等，其总含量不足 3%。此外，部分矿石中可见有自然金和自然铬分布。矿石中的物质组成和化学成分见表 2-3。矿石中赋存的金属互化物是以铁镍矿和六方硫镍矿为主；所含少量铂族元素，多布于铬铁矿中（66.13%），

仅有 5.71% 的铂族元素分散于蛇纹石和铬绿泥石等矿物中。

现将矿石中主要矿物特征简述如下：

①. 铬铁矿：系主要工业矿石的组成矿物，据以往资料 90 个矿石样品的测试结果表明，80% 以上为铁镁铬铁矿和镁铁铬铁矿，少数为镁铬铁矿。其产出形式主要以块状矿石为主，偶见以伟晶状、稠密浸染状、豆状产出，其粒度随着矿石类型的不同有较大差别。块状者粒粗，晶形为它形~半自形晶；浸染状者，相对铬铁矿粒级较细，一般具自形一半自形。镜下观察，铬铁矿均为黑色、褐黑色、半透明、粉末为棕色，多呈半金属光泽，具它形粒状或板状，偶见八面体，比重 4.38，硬度为 7.49，矿石表面裂纹、裂隙发育，其中有脉石矿物充填，颗粒间充填有蛇纹石、绢石及铬绿泥石、钙铬铝榴石等。

②. 富铬斜绿泥石：呈淡紫色，鳞片状、致密块状，属含铬硅酸盐矿物。多布于铬铁矿石中。在围岩中偶尔也可见到。

③. 铬绿泥石：呈紫红色，六方片状、属含铬硅酸盐矿物，常分布在铬铁矿粒间及裂隙中。

④. 钙铬铝榴石：是矿石中又一种硅酸盐矿物，呈翠绿色，透明一半透明，弱珍珠光泽，为菱形十二面体，多分布在矿石粒间及裂隙面上，有时与铬绿泥石共生而交织在矿石裂隙中，色泽艳丽，极为美观。

⑤. 自然铬：呈银白色，板状和细粒状，反射光下为亮白色，反射率高，无擦痕。

(2) 矿石结构构造

本矿床所赋有的矿石结构和构造与世界上阿尔卑斯型铬铁矿一样，都具有其类似的结构和构造特征。尽管变形构造复杂多样，但其矿石的结构，构造和矿石类型具有极其相似的特征。

①. 矿石结构

罗布莎铬铁矿矿床结合铬铁矿颗粒的形态和分布特征可划分为以下 7 种类型：

a、它形一半自形晶粒状结构由细粒一中粒、它形一半自形晶粒状结构，粒径为 0.2~1.3mm，一般多在 0.8mm 左右；或者以中粗粒它形一半自晶粒状结构出现，粒径由 2~5mm 左右，一般多为 3mm 左右，晶粒呈紧密镶嵌，但在镶嵌之间隙可见硅酸盐矿物。

b、碎裂结构

矿石在外力作用下，铬铁矿（尖晶石）由于脆裂而产生的裂隙、裂纹，拉断等现

象，这种现象矿床中较为常见，这种破裂主要沿着解理纹（111）破裂或沿着塑性变形带进行，在致密块状矿石的裂隙中可见充填有脉石矿物（蛇纹石）。

c、残碎结构

这种结构在矿石中普遍发育。由于矿石受到挤压作用而碎裂成粒度不等，块度大小不一，甚至呈棱角状，胶结物为铬绿泥石、蛇纹石等。铬铁矿颗粒边界往往具有凹凸不平的弧形，并显示粒间滑移和塑性流变特征。

d、交代残余结构及沿隙交代结构

在蛇纹石化过程中，铬铁矿被磁铁矿沿裂隙交代或从中心向外进行交代成残余；也有次生铬铁矿沿着原生铬铁矿的裂隙由外及里（内部）进行交代。但也可见到铬铁矿自形晶粒状交代变晶结构和单斜辉石被交代的残留体。

e、包橄结构

铬铁矿晶粒中包裹有浑圆状的橄榄石。而在极少数情况下偶见被包的橄榄石中又有铬尖晶石颗粒被裹的现象。

f、交代网脉状结构

磁铁矿呈细脉或网脉状交代铬铁矿。这种现象在矿石中较为少见，多见于斜辉辉橄岩的副成分铬铁矿中。

g、塑性变形结构：

在应力作用下铬铁矿内部产生网格状塑性变形纹带，沿着该带可见有塑性活化的橄榄石挤入。

②. 矿石构造类型

矿石的构造类型可分为致密块状和浸染状两种。前者以铬铁矿（铬尖晶石）为主含量大于 90%，脉石矿物以铬绿泥石、蛇纹石为主，其次为碳酸盐、阳起石等含量约占 10% 左右。浸染状构造是按铬铁矿（铬尖晶石）的不同稠密度进行划分为稀疏浸染、中等浸染和稠密浸染等三种类型。还可以进一步根据铬铁矿集合体的不同形态划分为豆状构造、瘤状构造等。有稀疏豆状构造和稠密豆状构造等。豆体一般长 6~9mm，瘤体可达 20mm 左右。铬铁矿粒度的变化范围较大，但总的趋势是随豆体的大小变化而变化，一般是豆体粗大者粒粗，反之粗细。

a、致密块状构造

由粗粒~伟晶（1~5mm）铬铁矿单晶体或聚晶体所组成。紧密镶嵌结构、块状构造。铬铁矿晶粒，常具它形一变晶结构，并有微粒—细粒晶（0.5~1mm）分布在粗粒

级铬铁矿晶粒之间，粗粒铬铁矿具有弯曲、不规则状，粒间被脉石矿物充填。铬铁矿中偶尔可见包橄结构。而矿石中的脉石矿物多为含铬硅酸盐，其含量一般为5~8%，而铬铁矿的矿物含量约占92~95%， Cr_2O_3 含量大于50%以上，这是本矿床的主要工业矿石类型之一。

(3) 矿石的化学成分

矿石的化学分析成果表明，本区的矿石质量在全国目前已知的铬铁矿床中属最好的。除少数矿体的一部分及个别小矿体是由浸染状矿石组成外，大矿体及95%以上的矿体都是由致密块状矿石所组成，所以总的来说矿石品位比较稳定，变化不大。但矿石类型不同，其化学成分还是有着明显的差异。

中央含矿构造岩相带内矿石的化学成分根据统计资料表明， Cr_2O_3 平均含量为52.84%（据1407个样品）、 MgO 17.23%（据1407个样品）、 Al_2O_3 3.13%（据191样品）、 Fe_2O_3 5.13%（据191样品）、 SiO_2 为4.16%（据957个样品）、S平均含量为0.006%（据325个样品）、P 0.002%（据325个样品）、 $\text{Cr}/(\text{Fe})$ 值为4.34（据1327个样品）。

三个矿区内矿石的主要化学成分无明显差异。规模大的矿体 Cr_2O_3 相对含量高，属冶金用I、II级品，矿石中的有害组分S、P、 SiO_2 多数处于一个稳定状态，特别是S、P都低于工业指标（ $<0.05\%$ 、 $0.03\sim 0.07\%$ ）所要求的数倍乃至十倍（ $0.002\sim 0.004\%$ ）， SiO_2 含量一般也低于 $\leq 6\%$ （工业指标 $\leq 8\%$ ）。以上资料说明罗布莎矿床铬铁矿质量好，在我国已知的铬铁矿床中堪属上乘。

综上所述，就一个矿体而言，矿石中的有益、有害组份的变化，无论从横向或纵向看，均无明显的规律。即使某个矿体沿某一方向略显增高或降低之趋势，但其变化幅度也无规律，而是忽大忽小。虽然矿石的品位，主要由铬尖晶石的含量及铬尖晶石的类型决定的，但各矿石类型在矿体中尚未见其固定而明显的规律。各种浸染状矿石在矿体中大多呈不大的团块状，也有构成单独的矿体者（不包括纯橄岩岩相带的矿体），但这种矿体规模都很小；钻孔深部的见矿情况更是如此，且浸染状矿石很少见。在致密块状矿石中，脉石矿物的含量也多不相同，但大体是相近的。至于铬尖晶石的类型，除造矿铬尖晶石与岩石中的附生铬尖晶石有区别外，矿体中的铬尖晶石都以铬铁矿型为主，而无质的差别。正因如此，铬铁矿中 Cr_2O_3 的含量有直接关系；但如果 Cr_2O_3 含量变化幅度不大，其与铬铁比值，有时二者并非具有正消长关系，如个别矿体及个别矿样的分析成果所反映，其 Cr_2O_3 含量略高，而铬铁比值反而低即证明这点。

但由于它们的变化都比较小，因而对评价矿石质量方面没有造成多大的影响。

4、矿石类型和品级

(1) 矿石的自然类型

整个矿区内矿石的自然类型可划分为两大类：致密块状矿石及浸染状矿石，后者又可分为稠密浸染状矿石、中等浸染状矿石及稀疏浸染状矿石。它们主要是依据矿石中铬尖晶石的密集程度来划分的。

致密块状矿石，铬尖晶石呈极密集的排列，甚至达到很难区分铬尖晶石边界的程度，一般铬尖晶石含量必须大于 80%， Cr_2O_3 的含量多在 40 以上。本矿区此类矿石的比例已如前述。它是矿带中各矿体的主体，分布范围广，延深大，埋藏条件由浅到深都有。

稠密浸染状矿石，铬尖晶石呈较密集的排列，铬尖晶石的含量在 50~80%之间， Cr_2O_3 的含量在 25~40%之间。此类矿石多见于矿体的四周边部及靠近矿体顶、底板的上、下部，偶呈团块状见于矿体中部。

中等浸染状矿石，铬尖晶石的排列松散，含量在 30~50%之间， Cr_2O_3 的含量在 15~25%之间。此类矿石仅见于矿体的边部，不单独形成有用的矿体，在纯橄岩岩相带的小矿体上有时也能见到。有时也在主矿体附近的围岩中，构成规模不大的矿条。

稀疏浸染状矿石，铬尖晶石分布很稀，含量在 10~30%之间， Cr_2O_3 的含量在 5~15%；此类矿石在矿带内各矿体中极少见，矿石总的质量没有影响。在斜辉辉橄岩岩相带中多呈矿化出现，无工业价值。

(2) 矿石的工业类型及品级

矿石的工业类型及品级的划分，是根据 DZ/T0200-2002《铁、铬、锰矿地质勘查规范》所定的铬铁矿矿床工业指标确定的。

冶金用铬铁矿石：罗布莎矿区和香卡山矿区的矿石是本区的主要工业类型，其矿体的 Cr_2O_3 平均含量在（单工程平均品位，下同）40%以上，实际有很多矿体的平均品位已超过 50%；铬铁比值多大于 4，少数矿体在 3~4 之间；S、P 含量极低，仅为工业指标限制的十分之一；CaO 含量一般未超过限值；唯 SiO_2 含量较高，且变化较大，故根据 Cr_2O_3 的品位及 SiO_2 的含量又将冶金用铬铁矿石划分成 I、II、III 三个品级。

I 级冶金矿石， Cr_2O_3 品位大于或等于 50%，铬铁比值大于或等于 3， SiO_2 含量小于或等于 1.2%；

II级冶金矿石， Cr_2O_3 品位大于或等于 45%，铬铁比值大于或等于 3， SiO_2 含量小于或等于 6%；

III级冶金矿石， Cr_2O_3 品位大于或等于 40%，铬铁比值大于或等于 3， SiO_2 含量小于或等于 6%。

耐火用铬铁矿石：此类矿石在本矿区不占主要地位，其指标要求较冶金用铬铁矿石为低，即 Cr_2O_3 品位大于或等于 35%， SiO_2 含量小于或等于 11%，CaO 小于或等于 3%。

就整个矿区而言，划分成冶金用或耐火用矿石，除浸染状矿石构成的小矿体是因 Cr_2O_3 品位可能较低外，主要的矿体多是因为 SiO_2 含量超限值所致。但这种划分在将来的实际生产过程中，要真正区分出冶金级或耐火级矿石，将是十分困难的。

5、矿体围岩和夹石

(1) 矿体围岩

致密块状矿石的矿体是罗布莎矿床（豆荚状矿床）的主要工业矿石类型。矿体的围岩主要为斜辉辉橄岩（或片状蛇纹岩）和纯橄岩两种。该类矿床有时为单一的斜辉辉橄岩所控，但有时也为两种岩性（斜辉辉橄岩和纯橄岩）所制约。纯橄岩的出现，时而可见在矿体的一侧，时而见于矿体的另一侧。

中央含矿构造岩相带内主要工业矿床（体）——致密块状矿石构成的矿体围岩可见下列特征：

①. 矿体外被一层“薄壳”纯橄岩所包裹。“薄壳”纯橄岩的厚度由几厘米乃至 1-2m，更厚者可达 5m 左右。其分布形式多为半包型或局部包裹型，很少见到整个矿体为其所围，“壳体”纯橄岩所依附之矿体仿如“胞衣”，但不完全，虽见矿体分枝、分叉，但“壳体”仍然依附于矿体并未见到其相互穿插关系。应当强调的是，本矿床“薄壳”纯橄岩的厚薄与矿床的规模无正相关关系。纯橄岩分凝体中所赋存的致密块状矿石，多呈脉状产出，其脉体与围岩接触（纯橄岩）为折线状，环形与不规则状，分叉分枝状等。关系截然清楚。矿体与围岩的接触带未见高温蚀变现象，仅见有围岩褪色或片理化现象，这是两种岩性物性差异的构造效应而无成因意义。

②. 矿体与纯橄岩直接接触。矿体与纯橄岩直接接触仅见于局部地段，或者在矿体下盘、或者于矿体上盘出露，纯橄岩以外数米或数十米还是斜辉辉橄岩。纯橄岩的产出形式多样并以透镜体（分凝体）出现者为多，虽规模不大，中央含矿构造岩相带内出现频率较高，地表不及深部多，随着深度的增加，纯橄岩异离体有增多的趋势，

这一特征不但在钻探工程中得到证实，而且以往野外地质填图中也有发现。上述事实表明，纯橄岩异离体的多寡与工业矿体的集体程度有着密切的空间关系。这不单单表现在矿体外围的纯橄岩“薄壳”上，而更多的是矿带范围内纯橄岩透镜体的出现。更有意义的是，这些纯橄岩透镜体中，广泛分布着浸染状和条带状矿石以及形体不规则的浸染状矿石，这无疑会为进一步解释矿床的成因提供野外证据。纯橄岩与矿体的接触关系清楚而截然。但接触形式形多为波状或锯齿状、分叉分枝状等。

③. 斜辉辉橄岩与矿体直接接触。这是工业矿床的主要围岩之一，约占矿床内总数的 65%左右。它有时与纯橄岩相伴出现在矿体的一侧，而不同的是它可以单独控制矿体而成为矿体的围岩。近矿围岩，岩石普遍见有褐色现象和强蛇纹石化与片理化。由于蛇纹石化，部分矿体之围岩已完全成为蛇纹岩，除了可见为纯橄岩，绢石已无踪迹。

④. 矿体与破碎带接触：这是一种特殊的接触形式，它与接触的岩性无明显关系，仅显示一种构造形式，这种型式可以跨越矿体围岩的两种岩石类型，矿体往往在下盘与破碎带接触，局部地段可见近矿围岩有构造（断层）阶步和滑移线理，但多数围岩只显得破碎。上述现象均为成矿后的脆性构造所致。

（2）矿体内的夹石

根据资料显示，矿体内的夹石在矿体内是常见的。如在IV矿群 Cr-85 号矿体的 ZK4202 钻孔见到一层夹石，钻孔中夹石厚约 6.4。这层夹石蚀变较强，多具蛇纹石化及碳酸盐化，无论从颜色上，还是从其它方面都与矿石有着极为明显的区别，矿与夹石绝大部分为截然清楚~迅速过渡的关系，因此，在选矿过程中很容易将其分选出来，不会造成矿石的贫化。

6、矿床内共（伴）生矿产综合评价

罗布莎铬铁矿床的罗布莎、香卡山矿区对其中 124 个矿体 799 件样品进行分析，铂族元素所获最高品位为 1~2.61g/t，最低品位 0.264g/t，平均品位为 0.522g/t

当重选精矿磨细到-20 μ m 时，采用浮选流程是可以回收的。仅以 85-ZH-11，85-ZH-12，85-ZH-13 三个样品的重选流程为例，在磨细为-20 μ m 时（占 47.6%），采用浮选流程可取得铂精矿品位分别为 21.772g/t，14.963g/t，20.098g/t，回收率分别 60-50%，38.66%，50.32%。试验证明矿石中的铂族矿物是可选的，但单独回收铂精矿其经济指标是不合理的。根据我国目前铬铁矿石生产现状，在整个工艺过程中，

不存在铂族元素达到工业富集与主金属顺便分离的条件，工艺要求原矿入选品位 $>1.2\text{g/t}$ ，而本矿床的矿石中只有 0.469g/t （试金样平均为 0.522g/t ）以下，在当前技术条件下，单独选矿尚无综合利用途径，建议在深加工过程中综合利用。据有关资料介绍，在电炉冶炼铬矿时，铂族金属可能富集于阳极泥即可回收，没有必要分离。样品中普遍含有自然金，以细粒为主，金的可浮性好，在回收铂时注意回收。只是在当前技术条件下，尚待进一步研究和注意。

7、矿石加工技术性能

根据2011年10月20日西藏矿业发展股份有限公司及中国地质科学院物化探研究所对该区域进行勘查，提交的《西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿IV矿群地质找矿工作总结》，通过对三个样品的重选流程试验，可获得 Cr_2O_3 品位分别为56.94%、56.44%和56.57%，原矿回收率可分别达到97.66%、98.72%和98.00%，其铬铁矿比值分别为4.58、4.67、4.64，即为优质铬铁精矿，矿区铬铁矿采用重选，实际可行，其工艺流程简单、合理、经济效益显著。

矿石中的铂族矿物也是可选的，重选精矿经细磨至 -2mm ，采用浮选流程可获得铂族精矿品位，三个样分别为 21.772g/t 、 14.963g/t 和 20.098g/t ，其回收率分别为60.50%、38.66%和50.32%。

强磁选细粒级（ -1mm ）探索试验结果表明，尾矿品位高，回收率较重选结果低4%左右，从测定结果可知，矿石与矿石的比磁化系数相差无几，分选效果不佳，无法用强磁选机代替重选设备。

选矿技术指标：可选性试验样的代表分析证明，矿区致密块状铬铁矿石 Cr_2O_3 含量大于50%，属高品位的矿石，成分稳定，有害元素P、S均在工业指标要求范围内。由于矿石和围岩的平均比重悬殊较大，矿石平均比重为4.28，而围岩的平均比重只有2.66，因此采用重选方法进行分选是可以达到目的的，试验表明重选流程在技术上可行的，经济上是合理的。

（六）开采技术条件

（1）水文地质特征

铬铁矿勘查区属高山峡谷区，山脉横亘，地势陡峻，海拔高度在4300-6000m之间。5200m以上的高山有50余座，矿区东部的业拉甲波高6096.9m，气势磅礴，雄伟壮观。随着第四纪以来构造运动的急剧抬升，河流下切作用甚强，因此本区地形切割

极为剧烈，河流谷坡陡削，雪峰与河谷高差达 2700m，一般地形坡度超过 30°。

雅鲁藏布纵贯全区，桑日县沃卡电站——加查县藏木乡一段为中外闻名的大峡谷，江面狭窄，水流湍急，2m 以上的跌水节节相连。江水年平均流量 3000m³/s，在矿区一带水位差可达 5m。

喜马拉雅山位于西藏高原南部边缘，从西到东形成一道天然地形屏障，阻碍了印度洋暖流的进入。因此暖流只有沿雅鲁藏布河谷顺江而上，造成降水量自东到西逐渐减少的现象。

矿区所处地形为向南东倾斜的单斜地形，坡降一般大于 20%，有利于排水；超基性岩体含水较弱，矿体均在潜水面以上；矿区周围无大的地表水体，且地表与地下水水力联系微弱。不会对矿山的开采形成明显的危害。

依据矿床充水的主要含水层类型，罗布莎铬铁矿床为裂隙充水矿床。鉴于矿体绝大多数位于地下水位以上，远远高于当地的侵蚀基准面，地形有利于自然排水，含水层（非层状）富水性弱，无大的地表水体与之发生水力联系，上部含水层的补给量非常有限，由此认定矿区水文地质条件属于简单类型。

（2）工程地质类型

矿床内各铬铁矿体多赋存于斜辉辉橄岩及纯橄岩透镜体岩相带内，围岩为纯橄岩、斜辉辉橄岩。由于构造破坏作用使得矿体围岩节理、裂隙发育，构造蚀变破碎带发育，岩石破碎，露天开采容易发生崩塌危害；进入地下开采后可能会出现冒顶、片帮、坍塌，对矿体深部开采形成一些不利影响。矿区工程地质条件属于中等复杂类型。

（3）环境地质类型

根据万分之一水文地质简测收集的资料，可知罗布莎地区的新构造运动以大面积上升和第四纪断裂为主。罗布莎铬铁矿在构造上位于北东向德热曲张扭性断裂带与东西向雅鲁藏布江深大断裂带反接复合部位附近，新构造活动极为活跃。

矿区内不良物理地质现象也比较普遍，以崩积和坍塌最为明显。地表开采及硐采可造成轻微的水土流失，对水环境的污染轻微。此外矿山开发过程中应注意保持边坡稳定，防止滑坡与坍塌等地质灾害的发生。

矿山开采主要影响因素有：废水、废气、噪声、固体废弃物。只要按矿山管理执行治理是比较容易的，对环境污染较小。应该强调的是废石土处置措施：固体废弃物主要为弃石土，这些废石土为平硐掘进过程中产生，应在硐口选择地形开阔、植被

覆盖较少、对下游水源无影响的地段作为废石堆放地。该堆放场具有地形开阔、植被覆盖少等特点；不会对当地植被造成大面积破坏，尽量减少对环境的影响。渣堆部分地段修筑挡墙。有效保证弃渣堆的稳定，预防崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害发生。

综上所述，矿山开采技术条件较好，属开采技术条件中等矿床。

（七）矿区建设开发现状

西藏山发工贸有限责任公司目前拥有 2 个采矿权证，西藏曲松县罗布莎铬铁矿区 IV 矿群，开采矿种为铬铁矿，开采标高 4500~4000m，开采方式为地下开采，采矿方法分层崩落法和浅孔留矿法，西藏山发工贸有限责任公司从 2006 年开始进行地下平硐施工（PD4424），2007 年开始采矿，矿山设计开采能力为 1 万吨/年，实际每年开采铬铁矿石 2000~6000 吨左右。

西藏山发工贸有限责任公司 2007 年--2013 年生产开采的是《西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿区 IV 矿群 Cr-48、Cr-49 矿体 2006 年矿产资源量检测报告》中的 Cr-48、Cr-69 矿体及生产勘探中发现的 MCr-1、MCr-2 矿体，截止到 2013 年 6 月底以上已基本采尽，西藏山发工贸有限责任公司在 2007 年至 2013 年共采出矿石 30810.1 吨。据测算，西藏山发工贸有限责任公司采矿贫化率 2.06%，回采率 94.39%，损失率 5.61%。

八、评估过程

2013 年 11 月 18 日我公司接受西藏山发工贸有限责任公司委托，与委托方进行项目洽谈，经双方协商确定了评估目的、对象、范围、评估基准日等事宜，并取得了评估委托书。并随即组成由评估师为主的评估工作小组，制定评估工作方案，研究评估对象地质报告及有关地质资料，收集相关资料。

2013 年 11 月 19 日~2014 年 1 月 19 日，依据收集的评估资料进行整理分析，选择适当的评估方法，合理选取评估参数，完成评定估算；根据所收集的资料进行归纳、整理，查阅有关法律、法规，调查有关矿产开发及销售市场，按照既定的评估程序和方法，选取评估参数，对委托评估的采矿权价值进行评定估算，对估算结果进行必要的分析，形成评估结论，完成评估报告初稿，复核评估结论，并对评估结论进行修改和完善。

2014 年 1 月 20 日，评估工作小组与委托人进行交换意见，最终完善定稿。按照《采矿权评估委托书》，本公司正式向委托人提交《西藏自治区曲松县罗布莎 IV 矿群铬铁矿采矿权评估报告书》。

九、评估估算方法

（一）评估方法的选择

西藏山发工贸有限责任公司 2007 年--2013 年生产开采的是《西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿 IV 矿群 Cr-48、Cr-49 矿体 2006 年矿产资源量检测报告》中的 Cr-48、Cr-69 矿体及生产勘探中发现的 MCr-1、MCr-2 矿体，截止到 2013 年 6 月底以上已基本采尽，西藏山发工贸有限责任公司在 2007 年至 2013 年共采出矿石 30810.1 吨。

评估人员收集了各类数据，折现现金流量法各项评估参数选取条件基本具备；根据《中国矿业权评估准则》、《探矿权采矿权转让管理办法》和《探矿权采矿权评估管理暂行办法》等规定，本项目采用折现现金流量法进行矿业权价值估算。

（二）评估计算方法

根据折现现金流量法原理和财务模型，其计算公式如下：

$$P = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \cdot \frac{1}{(1+i)^t}$$

式中：P—采矿权评估价值；

CI—年现金流入量；

CO—年现金流出量；

(CI—CO)_t—年净现金流量；

i—折现率；

t—年序号(t=1, 2, 3, 4, …, n)；

n—评估计算年限。

评估拟定的估价模型为：2014 年 1 月~2022 年 6 月为正常生产期，生产能力为 0.6 万吨/年，评估计算期末回收全部流动资金及固定资产残余值。估算时分段计算现金流量，经折现后为采矿权价值。

十、评估指标与参数的选取

（一）评估依据的技术资料及其合理性

1、《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》（2013年9月）

2013年3月~9月，西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队对将要整合的采矿证范围内资源量重新进行核实，并提交了《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，截止2013年6月30日，核实区内罗布莎矿区IV矿群保有铬铁矿矿石资源储量(332+333)58601.54吨，其中332资源储量45599.20吨，333资源储量13002.34吨，本次提交的矿石资源量均为新增的矿石保有资源量。2013年12月31日西藏自治区土地矿权交易和资源储量评审中心出具评审意见书（藏矿储评字[2013]104号）。

本次评估的基础数据取值于该报告。该报告为有地勘资质单位所作，报告核实计算的资源量基本可靠，可作为本次评估计算依据。

3、采矿权人提供的销售资料

采矿权人提供了西藏山发工贸有限责任公司与西藏润恒矿产品销售有限公司签订的购销合同，以及销售增值税发票，评估人员分析认为该数据符合实际，评估时以此作为价格选取的主要资料。

（二）技术参数的选取与计算

评估人员对西藏山发工贸有限责任公司提供及评估人员所收集到的矿山地质资料、销售资料进行了充分研究和对比分析，本着能够代表本地区行业中等偏上技术水平、管理水平和盈利水平的基本原则，经过反复测算，确定选取了本次评估的各项参数。

1、保有资源储量

2013年3月~9月，西藏自治区地质矿产勘查开发局第六地质大队对将要整合的采矿证范围内资源量重新进行核实，并提交了《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，截止2013年6月30日，本核实区内罗布莎矿区IV矿群保有铬铁矿矿石资源储量(332+333)58601.54吨，其中332资源储量45599.20吨，

333 资源储量 13002.34 吨，本次提交的矿石资源量均为新增的矿石保有资源量。2013 年 12 月 31 日西藏自治区土地矿权交易和资源储量评审中心出具评审意见书（藏矿储评字[2013]104 号）。

本次评估范围与资源核实范围一致，评估以此作为 2013 年 6 月底矿山保有资源储量。

2、储量核实基准日至评估基准日动用资源储量

本次评估的基准日为 2013 年 12 月 31 日，矿山储量核实基准日为 2013 年 6 月底，2013 年 6 月 30 日至 2013 年 12 月 31 日，矿山生产销售矿石 3000 吨，动用资源储量为 3178.30 吨。

3、评估利用资源储量

西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿截止核实基准日保有资源储量（332+333）58601.54 吨，其中 332 资源储量 45599.20 吨，333 资源储量 13002.34 吨。

根据《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》，简单勘查或调查即可达到矿山建设或开采要求的无风险的地表出露矿产，估算的内蕴经济资源量可作为评估利用资源储量。

根据《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，该矿矿体形态都呈一扁平的透镜状，且矿体出露的标高在 4400-4380m 之间，由于山坡倾向与矿体倾向一致，故大部分剥露在外，矿山原在该范围已进行过露天开采，矿体形态变化不大。本次评估根据矿山实际情况，（333）资源量可信度系数取 0.8。

本评估项目中，评估利用的资源储量计算如下。即：

$$\begin{aligned} \text{评估利用的资源储量} &= (\text{332})\text{资源量} + (\text{333})\text{资源量} \times \text{可信度系数} - \text{动用资源量} \\ &= 45599.20 + 13002.34 \times 0.8 - 3178.30 \\ &= 52822.77 \text{ 吨。} \end{aligned}$$

4、采、选方案

矿山核定生产规模为 0.2 万吨/年，根据矿山生产资料统计，西藏曲松县罗布莎铬铁矿区IV矿群，开采矿种为铬铁矿，开采标高 4500~4000m，开采方式为地下开采，采矿方法分层崩落法和浅孔溜矿法，西藏山发工贸有限责任公司从 2006 年开始进行地下平硐施工（PD4424），2007 年开始采矿，矿山设计开采能力为 1 万吨/年，实际每年开采铬铁矿石 2000~6000 吨左右。

5、产品方案

本矿山矿石主要矿石类型为致密块状铬铁矿，其次为稀疏浸染状——稠密浸染状铬铁矿， Cr_2O_3 含量一般为30~40%，最高达到56%，铬铁的比值大于2.5，最高达4.26，为Ⅲ级以上冶金级富矿。

根据矿山矿石质量和市场需求现状，按该矿实际销售情况，本次评估拟定的产品方案为原矿石直接销售，不考虑选矿方案。

6、矿井回采率、贫化率

根据矿山生产技术统计资料测算，西藏山发工贸有限责任公司采矿贫化率2.06%，回采率94.39%，损失率5.61%。本次评估以此作为评估计算依据。

7、可采储量

根据《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》，评估利用可采储量，是指评估利用资源储量扣除开采损失后可采出的储量。

评估基准日采矿权范围内评估利用可采储量计算如下：

$$\begin{aligned} \text{可采储量} &= \sum \text{矿山评估利用的资源储量} \times \text{矿井回采率} \\ &= 52822.77 \times 94.39\% \\ &= 49859.41 \text{ 万吨。} \end{aligned}$$

8、生产能力

根据《矿业权评估参数确定指导意见》，确定矿山生产能力的原则：

- (1) 矿山生产能力、矿山服务年限与储量规模相匹配原则。
- (2) 符合国家的产业政策，符合国家、地区和区域总体规划的要求，符合社会经济可持续发展和生态环境保护的要求。
- (3) 符合国家经济和社会的需要，产品要有可靠的市场。
- (4) 与现有技术相结合，在现有技术条件下应能够达到，且体现技术的先进性。
- (5) 经济合理，能获得良好的经济效益和社会效益。

矿山采矿许可证核定生产能力为0.20万吨/年，目前矿山重新核实资源储量，为与新资源储量相匹配，矿山实际生产能力为0.2~0.6万吨/年，本次评估按0.60万吨/年的生产规模作为与之相匹配的生产能力进行采矿权价值评估。

9、服务年限

采矿权范围内服务年限计算如下：

计算公式： $T=Q/(A \cdot (1-\rho))$

式中：T — 矿山服务年限；

Q — 可采储量；

A — 矿山生产能力；

ρ — 矿石贫化率。

参数选取：可采储量为 49859.41 吨，矿山生产能力为 0.60 万吨/年，矿石贫化率为 2.06%。

$49859.41 \text{ 吨} \div 0.60 \text{ 万吨/年} \div (1-2.06\%) = 8.48 \text{ 年}$

评估时按 8.48 年，即 8 年 6 个月计算，评估矿山正常生产期为 2014 年 1 月至 2022 年 6 月。

（三）经济参数的选取与计算

本次评估主要财务指标选取主要矿山提供的资料取值，其它资料参考了评估人员收集的其他资料及该地区同类矿山调查所取得的有关资料，进行分析、测算和调整确定。

1、后续地勘投入

该矿区保有的资源储量类别为(332)、(333)资源储量。根据矿山实际，该矿矿体形态都呈一扁平的透镜状，且矿体出露的标高在 4400-4380m 之间，由于山坡倾向与矿体倾向一致，故大部分剥露在外，矿山原在该范围已进行过露天开采，矿体形态变化不大。评估时不考虑后续地勘投入。

2、固定资产投资

根据矿山提供的固定资产明细表，截止 2013 年 12 月底，该矿投入固定资产原值 805.86 万元，净值 705.30 万元，其中：房屋及建筑原值 88.86 万元，净值 77.17 万元；井巷工程原值 30.32 万元，净值 25.05 万元；机器设备原值 686.68 万元，净值 603.08 万元。

评估计算时房屋建筑物及设备类资产提取折旧费进入产品成本回收，井巷工程用提取维简费的方式进入成本进行回收。

2013年11月抵扣机器设备增值税99.77万元。

3、土地征用及其他无形资产

根据矿山实际和评估人员收集的资料，矿山主要土地为租用，本次评估不考虑土地费用；矿山无其他无形资产。

4、流动资金

根据《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)，本次评估采用扩大指标法估算流动资金。因考虑到矿山生产的安全性特点，评估取固定资产资金率为12%，流动资金计算如下：

流动资金=805.86×12%=96.70万元

整个评估服务年限内共需投入流动资金96.70万元，于2014年1月一次性投入，于服务年限期满后，全部收回。

5、更新改造资金

根据固定资产折旧年限，评估计算期内不需更新改造资金。

6、销售收入

(1) 产品产量

2014年-2021年生产原矿均为0.6万吨；

2022年1-6月为生产原矿为0.3万吨。

矿山评估计算期内总共生产原矿5.10万吨。

(2) 销售价格

铬是重要的战略物资之一，由于它具有质硬、耐磨、耐高温、抗腐蚀等特性，在冶金工业、耐火材料和化学工业中得到了广泛的应用。在冶金工业上，铬铁矿主要用来生产铬铁合金和金属铬。在耐火材料上，铬铁矿用来制造铬砖、铬镁砖和其他特殊耐火材料。铬铁矿在化学工业上主要用来生产重铬酸钠，进而制取其他铬化合物，用于颜料、纺织、电镀、制革等工业，还可制作催化剂和触媒。

根据《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》，该矿山矿石主要矿石类型为致密块状铬铁矿，其次为稀疏浸染状——稠密浸染状铬铁矿，Cr₂O₃含量一般为30~40%，最高达到56%，铬铁的比值大于2.5，最高达4.26，为

III级以上冶金级富矿。矿山 MCr-1 矿体 Cr_2O_3 品位为 48.56%，MCr-2 矿体 Cr_2O_3 品位为 53.21%，MCr-3 矿体 Cr_2O_3 品位为 47.77%，经过加权平均，矿山平均品位为 50.86%。

根据委托方提供资料，矿山 2007~2013 年 10 月不含税销售价格如下表：

表 2 西藏山发工贸有限公司铬铁矿销售价格统计表

年度	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013.1-10
不含税销售价格(元)	2650.76	2909.37	1856.79	2333.79	2397.88	1894.23	2035.82
三年移动平均价格(元)			2472.30	2366.65	2196.153	2208.63	2109.31



图 1 西藏山发工贸有限公司铬铁矿销售价格趋势图

铬铁矿价格最近几年呈波状起伏，目前受国外经济危机的影响，能源、有色金属等许多资源在世界范围内大幅降价，铬铁矿价格也不例外，现铬铁矿价格总体处于较低水平，显示出逐步降低的趋势。

根据矿山矿石质量、市场需求现状及矿山实际销售情况，目前选择的产品方案为原矿石直接销售。

根据上述图表分析，2007 年至 2013 年铬铁矿销售价格整体呈下降趋势，根据三年移动平均价格趋势计算的评估基准日销售价格为 2117.08 元/吨。

评估人员调查发现，近年来铬矿得到广泛用途，考虑矿山实际生产能力、资源储量、矿石品位及矿山地理位置等各种因素，本次评估取原矿不含税销售价格为 2117.08 元/吨，评估人员认为该价格基本与实际情况一致。

(3) 销售收入

根据上述生产规模、产品方案及产品销售价格，计算出正常生产年的销售收入为：

销售收入=原矿产量×原矿销售价格

2014年-2021年销售收入均为1270.25万元；

2022年1-6月销售收入为635.12万元；

合计评估计算期内销售收入为10797.12万元。

7、总成本费用及经营成本

该矿为正常生产矿山，评估人员参考了矿山2013年1~10月生产财务资料，并根据已掌握的附近其他矿山生产资料对部分参数进行了调整。通过分析对比，反复测算，确定了评估人员认为能够代表这一地区行业中等偏上水平的生产成本指标，评估以此作为计算的参数。

评估时先确定出原矿的各项单位成本指标，然后按评估期各年原矿产量计算总成本费用，评估计算口径统一为原矿单位成本。

(1) 原矿单位生产成本取值说明如下：

①. 原矿采矿成本

原矿生产成本包含人工工资和福利、材料费、燃料及动力费。

根据矿山财务资料，生产成本中2012年、2013年1-10月外购材料分别为63.04元/吨和94.01元/吨，加权平均为81.22元/吨。评估人员认为该值基本合理，本次评估取81.22元/吨。

根据矿山财务资料，2012年、2013年1-10月动力费分别为29.27元/吨和19.37元/吨。加权平均为23.46元/吨。评估人员认为该值基本合理，本次评估取值23.46元/吨。

根据矿山财务资料，生产成本中2012年、2013年1-10月工资及福利分别为214.33元/吨和205.48元/吨，加权平均为209.14元/吨。评估人员认为该值基本合理，本次评估取值为209.14元/吨。

②. 修理费用：本次评估修理费用取设备类固定资产的2.5%及房建类固定资产的2.5%作为年度修理费用，评估时计算为32.31元/吨。

③. 折旧费用

本次评估固定资产投资按直线法折旧，房屋建筑物折旧年限为 20 年，设备按 10 年，残值率为 5%。经估算正常生产年吨原矿折旧费用为 99.97 元。

④. 维简费

由于该矿为地下开采,参照相关的取费标准,评估根据该矿权实际取 15 元/吨,其中折旧性质的维简费为 5.96 元/吨,更新性质的维简费为 9.04 元/吨。

⑤. 安全生产费用: 根据 2012 年 2 月 14 日财建 [2012] 16 号“财政部、国家发展改革委、国家安全生产监督管理局及国家煤矿安全监察局关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知”有关规定,地下开采的金属矿山安全费用为 10 元。

⑥. 其他制造费用: 根据矿山财务资料,生产成本中 2012 年、2013 年 1-10 其他制造费用分别为 135.58 元/吨和 92.73 元/吨,加权平均为 110.43 元/吨。评估人员认为该值基本合理,本次评估取值 110.43 元/吨。

(2) 管理费用

①. 管理人员工资福利

根据矿山财务资料,2012 年、2013 年 1-10 月管理人员工资福利分别为 159.89 元/吨和 194.69 元/吨,加权平均为 180.32 元/吨。评估人员认为该值基本合理,本次评估取值为 180.32 元/吨。

②. 环保费用

根据矿山财务资料,2012 年、2013 年 1-10 月环保费用分别为 4.14 元/吨和 7.03 元/吨,加权平均为 5.84 元/吨。评估人员认为该值基本合理,本次评估取值为 5.84 元/吨。

③. 矿产资源补偿费

根据国家矿产资源补偿费收取有关文件的规定,矿产资源补偿费按销售收入的 2% 计算,经估算折算矿产资源补偿费为 42.34 元/吨。

④. 摊销费用

根据矿山财务资料,2012 年、2013 年 1-10 月长期待摊费用摊销分别为 104.67 元/吨和 32.90 元/吨,加权平均为 62.54 元/吨。本次评估取值 62.54 元/吨。

⑤. 其他管理费用

根据矿山财务资料,2012 年、2013 年 1-10 月其他管理费用分别为 128 元/吨和 90.13 元/吨,加权平均为 105.77 元/吨。本次评估取值 105.77 元/吨。

(3) 销售费用

根据矿山财务资料,2012年、2013年1-10月销售费用分别为35.24元/吨和24.16元/吨,加权平均为28.74元/吨。评估人员认为该值基本合理,本次评估取值为28.74元/吨。

(4) 财务费用

按照《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008),财务费用采用扩大指标法计算。按固定资产投资额的12%估算流动资金,为96.70万元。流动资金按70%银行贷款,贷款利率按评估基准日最近的一年期基准贷款利率6%计算。

流动资金贷款利息=96.70×70%×6%=4.06(万元)

折合吨财务费用为6.77元/吨。

(5) 总成本与经营成本

经计算正常生产年原矿生产吨矿总成本为1013.85元/吨,经营成本为838.62元/吨;正常年生产总成本608.29万元;经营成本为503.16万元。

成本费用计算详见附表7、附表8。

8、销售税金及附加

销售税金由城市建设维护税及教育附加构成。城市建设维护税、教育附加均以应交增值税为计征基数,城市建设维护税税率按5%计征,教育附加费率按3%计征,地方教育附加费率按2%计征。税费计算见附表9。

本次评估根据国家相关税收政策,增值税税率按17%计征。

销项税额=销售收入×17%

进项税额=(直接材料+外购燃料及动力)×17%

应交增值税=销项税额-进项税额

年城市建设维护费=应交增值税×5%

年教育费附加=应交增值税×3%

年地方教育费附加=应交增值税×2%

年销售税金及附加计算见附表9。

9、资源税

根据2013年12月9日《西藏自治区人民政府关于改革资源税征收方式的通知》,

2014年1月1日起铬铁矿规定计征方式为从价定率征收，税率为3%，2013年税额标准仍按每吨原矿50元计算。

正常年应交资源税=1270.22×3%=38.11万元

资源税评估计算见附表9。

10、企业所得税

根据《西藏自治区企业所得税税收优惠政策实施办法》的规定，评估基准日企业所得税率为15%，正常生产年年均为90.5万元。

税前利润=销售收入-总成本-城建维护费-教育费附加-资源税；

企业所得税=税前利润×所得税率；

所得税额计算见附表9。

11、折现率

根据《矿业权评估参数确定指导意见》(CMVS30800-2008)，折现率的基本构成为：
折现率=无风险报酬率+风险报酬率。

无风险报酬率即安全报酬率，通常可以参考政府发行的中长期国债利率或同期银行存款利率来确定。可以选取距离评估基准日前最近发行的长期国债票面利率、选取最近几年发行的长期国债利率的加权平均值、选取距评估基准日前最近的中国人民银行公布的五年期定期存款利率等作为无风险报酬率，本次评估按三年“五年期凭证式国债票面利率”均值为5.11%。

本次评估使用的风险报酬率确定方法为“风险累加法”，该矿山为生产矿山，其生产风险报酬率取值范围为0.15-0.65%，评估取值为0.4%；行业风险报酬率取值范围为1-2%，评估取值为1.5%；财务经营风险报酬率取值范围为1-1.5%，评估取值为1.4%。

合计折现率为8.41%，评估按此取值。

十一、评估假设

本评估结果是以特定的评估目的为前提，在以下设定条件下有效：

- 1、采矿权评估以申请的矿区范围内评审、备案的资源储量为基础；
- 2、未来矿山生产方式，生产规模，产品结构与拟定方案一致，企业持续经营；
- 3、国家产业、金融、财税政策在预测期内无重大变化；

- 4、以评估拟定矿山采选技术水平为基准；
- 5、市场供需水平基本保持不变；
- 6、无不可抗力因素出现。

如果上述前提条件发生变化，本报告评估结果将随之发生变化而失去效力。

十二、评估结论

本次评估是在充分调查和了解评估对象的基础上进行的，并根据实际情况和有关规定选用折现现金流量法，经计算，确定西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权在评估基准日采矿权价值为 2953.61 万元人民币，大写人民币贰仟玖佰伍拾叁万陆仟壹佰元整。

有关采矿权评估价值计算情况详见附表 1。

十三、评估有关问题的说明

（一）评估报告有效期

本报告评估基准日为 2013 年 12 月 31 日。参照矿业权评估现行有关规定，本报告自评估基准日起一年内有效。凡不在有效期内使用本报告评估结果，本公司对由此而给有关方面带来或造成的损失及不良影响不负任何责任。

（二）评估报告的有效使用范围

本评估报告的所有权属于委托方。本次对西藏自治区曲松县罗布莎IV矿群铬铁矿采矿权价值的评估结论，仅供委托方转让该采矿权这一特定目的使用，任何人不得将其另作它用，否则，本公司对由此而给有关方面带来或造成的损失及不良影响不负任何责任。未经委托人许可，本公司不会随意向其他部门或个人提供或公开。

（三）评估基准日后的调整事项

参照现行有关法规规定，本评估报告自评估基准日起一年内，如果委托评估的铬铁矿资源、资产数量发生变化以及本项目所采用的有关价格指标发生了重大变化，对采矿权价值产生明显影响时，委托方应及时商请本评估公司根据原评估方法对评估价值进行相应调整，并重新确定其采矿权价值。

（四）特别提示

（1）根据委托方提供的采矿许可证，有效期于 2013 年 11 月 8 日到期。本次评估设定该采矿权在 2013 年 11 月 8 日有效期满后，经过合法程序能够延续办理采矿权

登记,取得采矿许可证等其他生产手续无法律障碍。

(2) 本次评估的基础数据取值于《西藏自治区曲松县罗布莎矿区IV矿群铬铁矿资源储量核实报告》。

(3) 委托方应对所提供的资料的真实性、合法性和完整性负责。

(4) 本次评估结论为我公司评估人员根据特定的评估目的对被评估资产所作出的专业分析判断,评估结果不是评估对象实际价值的实现保证。

十四、评估责任人

评估机构:四川立诚矿业评估咨询有限公司

法定代表人:

中国注册矿业权评估师:

中国注册矿业权评估师:

十五、评估工作人员

管士平(注册矿业权评估师、注册会计师、注册资产评估师、高级工程师)

孔润斌(注册矿业权评估师、地质工程师)

赵 波(注册矿业权评估师、高级工程师)

唐 勇(采矿工程师)

十六、评估报告提交日期

本评估报告提交时间:二〇一四年一月二十日。