西藏自治区曲松县
罗布莎铬铁矿成矿预测
（1∶25000）

西藏地质矿产局第二地质大队
中国地质大学（武汉）
西藏地质矿产局物探大队
李紫金 张时健等著

中国地质大学出版社

西藏自治区曲松县
罗布莎铬铁矿成矿预测

（1：25000）

李紫金　等著

中国地质大学出版社

·(鄂)新登字第 12 号·

李紫金　等著

出版发行　中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)
责任编辑　贾晓青　**责任校对**　熊华珍
印　　刷　中国地质大学出版社印刷厂

开本 787×1092 1/16　印张 8.625　插页 1　附图 3　字数 220 千字
1993 年 12 月第 1 版　1993 年 12 月第 1 次印刷　印数 1—250 册

ISBN 7-5625-0891-7/P·306　定价:9.50 元

对“西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿成矿预测(1：25000)”评审意见

西藏地矿局于1992年11月15日至17日在武汉主持评审了由西藏地矿局第二地质大队、中国地质大学(武汉)和西藏地矿局物探大队共同提交的“西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿成矿预测”报告，与会各方代表共30余人。评审组由西藏地矿局总工曹佑功高工(教授级)任主审，地矿部直管局张培元高工和成都地质学院朱章森教授任副主审，成员有：中国地质科学院李文祥高工(教授级)，中国地质大学李万亨教授、单文琅教授，西藏地矿局吴钦高工、章树民高工和夏斌高工，共九人。评审组听取了项目负责人李紫金教授和各专题组负责人对报告内容的全面介绍，并详细审阅了报告的文字和所附图表，经认真讨论后，提出以下评审意见。

一、铬铁矿一直是我国急缺的重要矿产，罗布莎铬铁矿床是我国目前最大的铬铁矿床，研究该矿床的成矿规律，建立其地质概念模型，并对其找矿方向和前景进行预测，不仅对扩大本区找矿远景具有重要意义，而且对我国同类矿床的勘查和预测也具有重要理论和实际指导意义。因此，地矿部直管局和西藏地矿局确定将此项工作列入地矿部定向科研项目，是正确和适时的。本项目的承担者，自1990年4月至1992年6月，经过两年多野外和室内艰苦努力，认真工作，在西藏第二地质大队和物探大队已完成的大量勘查工作的基础上，运用当代新的成矿和预测理论、测试手段、电子计算技术和成矿预测方法，采用多学科、多工种联合攻关、综合研究的方式，全面系统研究了罗布莎岩体铬铁矿成矿地质构造条件、岩石矿物特征、地球物理重磁资料和成矿预测综合指标，圈定了一批不同类别的找矿靶区，计算了不同级别的资源量，按期提交了报告，园满地完成了设计规定的各项任务。

二、主要研究成果

1. 通过对罗布莎矿床控岩控矿构造条件的研究，认为：洋壳伸展导致蛇绿岩的生成和侵位，幔源韧性剪切带有利于蛇绿岩剖面下部物质动态熔融与铬铁矿的剪切富集形成主成矿带——“构造含矿杂岩带”；罗布莎块状基性、超基性岩透镜体化和透镜网络系统是由于板块碰撞造山背景下在岩石圈一定深度发生变形分解作用的产物，并控制了豆荚状铬铁矿体的分布、产状和形态；罗布莎地区断裂系统以脆性变形为主，包括推覆构造、隆升断裂构造和平移断层，强调了它的肢解蛇绿岩带和脆性改造豆荚状铬铁矿的作用等，并从构造角度探讨了铬铁矿成矿规律，建立了动力成矿模式，进行了构造成矿预测，成为本次成矿预测中的一条主线。此项成果也是本报告的重要特色。

2. 利用超镁铁岩三种岩类及铬铁矿岩中的顽火辉石、镁橄榄石和尖晶石矿物的离子交换平衡温度、压力、溶解热、密度和热导电性的实际测量资料和统计计算结果，阐明了罗布莎岩体主要岩类及矿石所经历的三个演化阶段，分别相当于上地幔中深部、上地幔上部、上地幔顶部和下地壳环境；并根据上述资料，反映超镁铁岩的原始产出位置和演化后期位置以及铬铁矿化的有利部位，并由此进行了矿物学的成矿预测。

3. 通过对本区已有航磁资料的化极、延拓处理和岩体剖面物探资料的定量解释，对罗布莎岩体的平面和剖面形态，作了合理推断；通过对岩体上面积性重磁资料的位场变换处理(延拓、求导和磁测资料的化极处理等)和图像处理，清晰地反映了已知矿群矿带位置与重磁场的

宏观对应关系，并由此确定了物探重磁资料在本区成矿预测中的判别指标和参与建立罗布莎铬铁矿的地质概念模型，发挥了物探成果在成矿预测中的重要作用。

4. 通过对罗布莎岩体岩石常量元素和微量元素化学成分的统计分析及矿石化学成分的统计分析，得出本区铬铁矿应为两期形成，早期为贫矿、晚期为富矿；根据对已知矿体的空间分布特征、形态、产状、规模等参数的数学特征值的统计分析，得出本区铬铁矿在平面和剖面上矿体成群、矿群成带的分布特征和产出规律，并由此进行了统计预测。

5. 在上述各专题预测和总结本区成矿规律的基础上，归纳提出了综合的成矿预测标志，并以各项预测标志重合程度，作为划分不同类别预测区的依据，并将全区划分成198个网格单元，建立多因素特征分析模型，最终确定预测靶区，A类6个，B类5个，C类20个；并采用剖面法和类比法计算了E级资源量，采用特征分析法和体积法估算了F级和G级资源量。其方法符合有关规定的要求，依据可靠，其结果可供生产单位在安排进一步勘查工作中使用。

三、本研究报告的内容丰富、思路清晰、新颖，定性和定量分析有机结合，文字通顺，章节安排合理，附图、附表齐全，结论、建议有据。在开展此项大比例尺成矿预测中，实行了地勘单位和地质大学联合攻关的组织形式，发挥了各自的优势，提高了此项研究工作的整体水平，这是本项目能取得成功的有效经验。

四、综上所述，评审组认为，本报告的质量应属优秀级，其整体内容达到了国内领先水平，其中有关铬铁矿床控岩控矿构造研究成果中的某些内容，达到了国际水平，故评审组对此报告一致同意通过评审。

希望报告编写者，根据此次评审会上提出的意见，对报告内容再作进一步综合研究，突出重点，对某些图、表和文字的表达再作必要修改、补充，使之更加清晰、准确和完善，修改定稿后委托西藏地矿局复核批准，并尽快出版，提供有关部门验证使用和推广。

（附评审组名单）

“西藏曲松县罗布莎铬铁矿成矿预测”项目评审组名单

姓　名	工作单位	职务职称	签　名	备　注
曹佑功	西藏地矿局	总工、教授级高工	曹佑功	主审
张培元	地矿部直管局	处长、高工	（书面意见）	副主审
朱章森	成都地质学院	教授	朱章森	副主审
李文祥	中国地质科学院	教授级高工	（书面意见）	评审员
李万亨	中国地质大学（武汉）	教授	熊鹏飞（代）	评审员
单文琅	中国地质大学（武汉）	教授	单文琅	评审员
吴　钦	西藏地矿局	副总工、高工	吴　钦	评审员
章树民	西藏地矿局	高工	章树民	评审员
夏　斌	西藏地矿局	副处长、高工	夏　斌	评审员

项目参加人员

项目负责人：李紫金（教授）　中国地质大学（武汉）
　　张时健（总工）　西藏地矿局第二地质大队

研究人员：

	中国地质大学（武汉）	西藏地质二队	西藏物探大队
构造组	李德威（副教授）、 李先福（讲师，武汉化工学院） 傅昭仁（教授）	张华平　郭建慈	
岩矿组	赵令湖（副教授） 薛君治（教授）		
统计预测组	邹海卿（副教授） 李紫金（教授）	邓爱琼（工程师） 杨槐	
物探组	李四维（教授） 吴朝钧（副教授）		徐振华（总工）

前 言

根据地质矿产部直管局的指示，在西藏罗布莎设立地矿部定向科研项目“西藏自治区曲松县罗布莎铬铁矿成矿预测(1：25000)”，原设计是委托西藏地质矿产局第二地质大队与中国地质大学(武汉)合作共同完成。

该项目立项于1989年12月，由西藏地矿局第二地质大队原总工程师濮兆华与中国地质大学(武汉)李紫金代表双方于1989年12月22日在武汉签订协议书，并提交工作设计初稿，1990年4月西藏地矿局曹佑功总工程师与原二队总工程师濮兆华再次来武汉协商，与校方李紫金签订补充协议书，并经局、校、队三方领导签字盖章，同时正式提交工作设计，1990年8月设计经西藏地质矿产局批准实施，1990年11月、1991年12月分别提交了年度工作总结，1992年6月提交研究报告。

课题研究时间实际是1990年4月至1992年6月，共两年零三个月，其中校方进藏野外工作时间先后共7个月9人次，项目参加人员，原为西藏第二地质大队5人，中国地质大学7人，但自1991年4月经西藏地矿局批准又增加物探人员3人(局物探队1人，校方2人)，所以项目组成人员共15人，校方人员科研经费由地矿部直管局拨款15万元，西藏第二地质大队及物探队科研经费由西藏地矿局拨款。

整个研究工作，得到了地质矿产部直管局的关怀和支持，得到了西藏地质矿产局曹佑功总工程师、濮兆华处长及所有局领导和局地矿处科技处等领导的指导和关心，我们进藏期间多次给予接待及听取汇报，帮助解决困难，吴钦、夏斌、向余庆、邓伦友、马冠卿等高工，热情的全面的向我们介绍了地质及物探情况。自始至终得到了西藏第二地质大队的大力支持和密切合作，历任队长和总工刁雁峰、龚政清、巴登珠、张宜智、范相德等领导同志作了大量的组织管理、人力物力资料等各项领导和保证工作，二队陈素云高工、魏保军工程师详细介绍了矿区地质情况，得到了二队全体职工的热情帮助和协作，尤其司机尼桑、周国良、李相玉一直很辛苦地同我们一起工作。得到了中国地质大学(武汉)科研处、地质系、矿产系的支持和帮助，中国地质大学计算中心、物探系及矿产系勘探教研室计算机完成电算和计算机制图，图件由朱彩霞、潘利清绘，蔡秋枫、潘思东作了大量辅助工作。对上述单位及个人对项目的顺利完成所给予的支持和帮助，在此一并表示感谢。

本研究报告是全项目组同志团结一致、艰苦奋斗的集体研究成果，是以专题研究为主，通过讨论统一观点形成新的认识。专题研究工作分工为：

(1)李德威、李先福、张华平、郭建慈、傅昭仁：罗布莎铬铁矿矿床控岩控矿构造研究及预测。

(2)薛君治、赵令湖：罗布莎铬铁矿矿床的矿物学成矿预测。

(3)邹海卿、邓爱琼、杨槐、李紫金：罗布莎铬铁矿矿床控矿地质条件的统计分析及成矿预测。

(4)徐振华、李四维、吴朝钧：罗布莎矿区物探数据的优化处理和预测。

(5)张时健：罗布莎1：25 000地质图和实际材料图的编制。

报告共分六章，由专题组执笔编写，具体分工按章节顺序为：第一章李紫金、张时健；第二

章李德威负责，李先福、郭建慈、张华平参加编写，傅昭仁审定；第三章薛君治负责，赵令湖参加执笔；第四章邹海卿负责，杨槐、邓爱琼参加执笔；第五章徐振华、李四维、吴朝钧执笔；第六章邹海卿负责，邓爱琼、杨槐参加执笔。全报告最后由李紫金修改、统编、定稿。

地质矿产部定向科技项目研究报告

西藏自治区曲松县
罗布莎铬铁矿成矿预测

（1：25000）

主持单位：西藏地质矿产局
承担单位：西藏地质矿产局第二地质大队
中国地质大学（武汉）
参加单位：西藏地质矿产局物探大队
起止时间：1990—1992 年
项目负责人：李紫金　张时健
研究人员：
构 造 组：李德威　李先福　张华平　郭建慈　傅昭仁
岩 矿 组：薛君治　赵令湖
统计预测组：邹海卿　邓爱琼　杨槐　李紫金
物 探 组：徐振华　李四维　吴朝钧

目　录

第一章 概 述

一、研究目的和任务

罗布莎铬铁矿矿床，是我国目前已知最大的铬铁矿矿床，已探明铬铁矿矿石储量近500万吨。西藏地质矿产局和西藏第二地质大队对该矿床进行过大量的地质勘探工作和研究工作，各科研院校也相继开展了很多地质研究。为了进一步对该区铬铁矿找矿工作提供科学依据，在该区开展大比例尺成矿预测工作是非常必要的，也是有条件的。

本次成矿预测比例尺为1：25 000，主要是在已有工作的基础上，对现有资料进行全面深入分析和研究，运用构造解析，矿物学和统计分析等方法，充分利用物探信息，以罗布莎和香嘎山XⅣ矿群铬铁矿床作为主要研究对象，论证该区铬铁矿的成矿条件、控矿地质因素和找矿标志，评价岩体含矿性，圈定有利找矿远景区，估算铬铁矿资源量。

具体任务为：

（1）深入研究罗布莎岩体的岩相分布规律，从岩石学、矿物学特征，总结矿体与岩相的关系，结合铬铁矿矿体的空间分布，划分含矿带；

（2）在矿床构造研究的基础上，用构造解析方法，分析罗布莎岩体的控岩控矿构造以及后期构造对矿体的影响；

（3）全面收集物探、地质勘探数据，进行统计分析处理，从定量的角度对岩体的含矿性作出评价；

（4）通过上述研究工作，总结罗布莎岩体铬铁矿控矿因素，并根据罗布莎、香嘎山、康金拉三个矿段的不同情况，建立定量预测模型，圈定有利找矿远景区，估算资源量。

根据三个矿段的地质工作程度和自然地理条件，预测的重点主要是罗布莎和香嘎山两个矿段。罗布莎段由于已进行浅部详查和勘探，本次预测主要是深部评价；香嘎山段由于第四系覆盖面积大、露头差，且大面积找矿工作尚未开展，以浅部评价为主；康金拉段地形条件差，已进行工作少，资料不足，只进行粗略评价。

二、研究区确定及研究区已有研究程度

罗布莎岩体东西长约30多公里，地表出露最宽3.7km，最窄25m，岩体总体产状向南倾斜，近南北向断层将岩体分为三个区段，罗布莎段岩体出露标高为4040—4500m，香嘎山段标高4200—5100m，康金拉标高5100m以上。岩体南侧为上三叠统卡尼克—诺利克阶地层（T_3），北侧为白垩系及第三系（K_2—R_1）地层，如图1-1所示。

自60年代初开始对该岩体及铬铁矿床进行较详细地考察和评价以来，1966年西藏地质二队对该岩体开展了普查找矿工作，以后又进行了工程控制和圈定。罗布莎矿段共完成钻探进尺7万多米、探槽3万多立方米、浅井近4000m、平硐近800m，已控制矿体主要分布在地

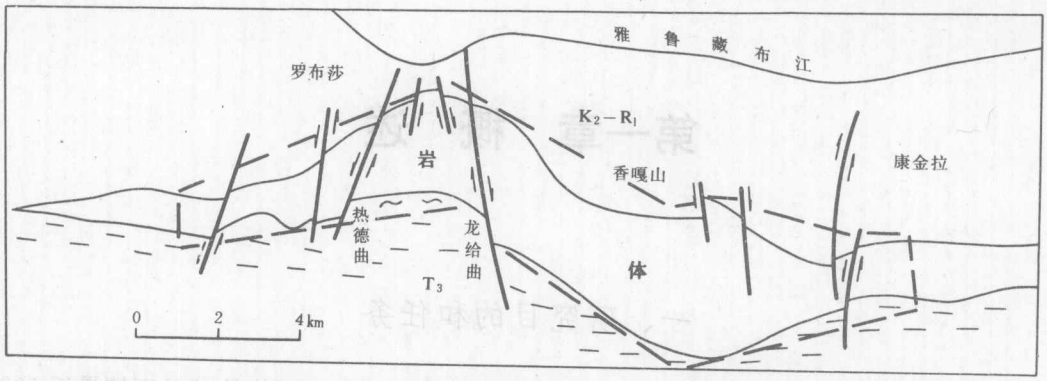

图 1-1 罗布莎岩体地表分布及研究区范围

表以下 200m 范围内，提交 B+C+D 级铬铁矿矿石储量约 400 万吨，现已全面投入开采。香嘎山矿段，进行了初步普查，其中 XⅣ矿群已进行详查，求得 C+D 级铬铁矿矿石量 70 多万吨，已投入钻探进尺约 3 万米，槽探 1 万多立方米，浅井 300 多米，矿体控制深度距地表 150m，康金拉段由于海拔高、地形条件差、交通不便，仅对地表已出现的主要矿体用探槽进行了揭露和追索，估算矿石储量 21 万吨，整个岩体填制了 1∶50 000 地形地质图，罗布莎和香嘎山区段填绘了 1∶10 000 地形地质图，并在重点矿段做了 1∶2000 重磁物探工作。除上述工作外，西藏地质二队、中国地质大学和地质科学院等单位进行了大量科学研究工作，对岩体的分相、成因及铬铁矿矿床成矿条件和成因问题的研究取得了丰硕成果，但所有研究多侧重于岩石学、矿物学、矿床成因及区域构造方面（已取得研究成果见主要参考文献）。

根据研究目的和任务，本次 1∶25 000 罗布莎铬铁矿成矿预测研究区的确定为罗布莎和香嘎山地段岩体分布区，其范围如图 1-1，面积约 50km²（见图 1-1 中断线所圈的范围）。

三、预测的基本理论与方法

回顾自 70 年代以来，在国内外广泛开展的矿床定量预测工作，对大范围（中、小比例尺）内地表矿及浅部矿的预测方法已日趋成熟，并取得明显效果。但是，进入 80 年代中期，随着地表矿、易识别矿的日益减少，重点转向隐伏矿、新类型矿及新领域矿的预测，预测难度明显加大而预测效果明显降低。与此同时，世界范围内又普遍面临着部分矿产品价格下跌、地质勘查费用不足、采矿业不景气等问题的困扰。因而，各国急需在短缺矿种上获得找矿的重大突破，所以大比例尺成矿预测已受到世界各国的关注，在国内外得到广泛的重视和讨论。

为了适应上述形势的需要，最大限度地减少预测中的失误和风险，以提高成矿预测的科学性和有效性，目前国内外都重视和加强了预测理论和预测方法的研究。当前国内外研究现状：①在成矿理论方面，加强了成矿地质环境的研究，主要是成矿建造理论的研究和发展；其次，是加强了地动力驱动与成矿关系的研究，主要是构造控矿理论；第三，是加强了成矿物质有关方面的研究以及探讨不同矿种、不同类型矿化成生联系，主要是矿床成因和成矿系列理论。②在预测方法方面，目前国外主要强调矿床模型法及建造分析法。近年来，广泛讨论了模型的分类、模型的作用、建模的内容、建模的原则等，从一个国家的到世界性的成矿模式及矿床模型纷纷出笼。除定性模型外加强了定量模型的研究，预测模型中加强了地球化学、

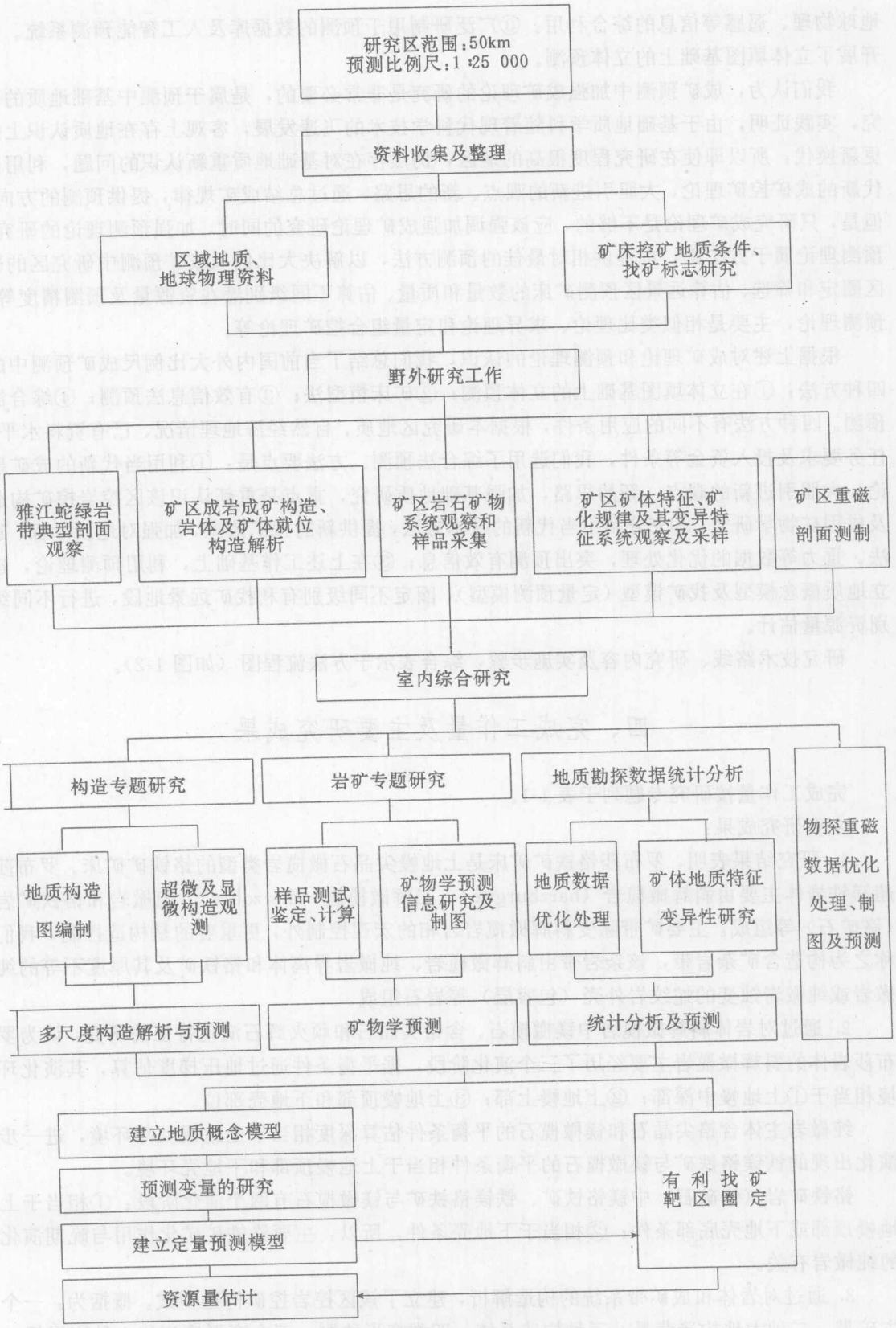

图 1-2　西藏罗布莎铬铁矿大比例尺成矿预测方法流程

地球物理、遥感等信息的综合利用。③广泛研制用于预测的数据库及人工智能预测系统。④开展了立体填图基础上的立体预测。

我们认为，成矿预测中加强成矿理论的研究是非常必要的，是属于预测中基础地质的研究，实践证明，由于基础地质学科随着现代科学技术的飞速发展，客观上存在地质认识上的更新换代，所以即使在研究程度很高的地区，仍然存在对基础地质重新认识的问题，利用当代新的成矿控矿理论，大胆引进新的观点、新的思路，通过总结成矿规律，提供预测的方向。但是，只研究成矿理论是不够的，应该强调加强成矿理论研究的同时，加强预测理论的研究，预测理论属于方法论，可提供相对最佳的预测方法，以解决大比例尺成矿预测中研究区的靶区圈定和筛选、估算远景区预测矿床的数量和质量、估算不同级别潜在资源量及预测精度等。预测理论，主要是相似类比理论、求异理论和定量组合控矿理论等。

根据上述对成矿理论和预测理论的认识，我们总结了当前国内外大比例尺成矿预测中的四种方法：①在立体填图基础上的立体预测；②矿床模型法；③有效信息法预测；④综合法预测。四种方法有不同的应用条件，根据本研究区地质、自然经济地理情况、已有资料水平、任务要求及投入资金等条件，我们选用了综合法预测。方法要点是：①利用当代新的成矿理论，大胆引进新的观点、新的思路，加强基础地质研究，重点是重新认识该区控岩控矿构造及成因矿物学研究；②充分利用当代新的技术方法，提供新的找矿信息，加强对地质勘探、磁法、重力等数据的优化处理，突出预测有效信息；③在上述工作基础上，利用预测理论，建立地质概念模型及找矿模型（定量预测模型），圈定不同级别有利找矿远景地段，进行不同级别资源量估计。

研究技术路线、研究内容及实施步骤，综合表示于方法流程图（如图 1-2）。

四、完成工作量及主要研究成果

完成工作量按研究专题列于表 1-1。

主要研究成果：

1. 研究结果表明，罗布莎铬铁矿矿床是上地幔尖晶石橄榄岩类型的铬铁矿矿床。罗布莎超镁铁岩体主要由斜辉橄榄岩（harzburgite）、二辉橄榄岩（lherzolite）、纯橄岩和铬铁矿岩（铬矿石）等组成。主要矿带除受斜辉橄榄岩岩相的宏观控制外，更重要的是构造控制，我们称之为构造含矿杂岩带，该杂岩带由斜辉橄榄岩、纯橄岩异离体和铬铁矿及其厚度不等的纯橄岩或纯橄岩蚀变的蛇纹岩外壳（包容层）等岩石组成。

2. 通过对岩体斜辉橄榄岩中镁橄榄石、含铬尖晶石和顽火辉石演化特征的研究，认为罗布莎岩体的斜辉橄榄岩主要经历了三个演化阶段，据平衡条件通过地压梯度估算，其演化环境相当于①上地幔中深部；②上地幔上部；③上地幔顶部和下地壳部位。

纯橄岩主体含铬尖晶石和镁橄榄石的平衡条件估算深度相当于上地幔上部环境，进一步演化出现的铁镁铬铁矿与镁橄榄石的平衡条件相当于上地幔顶部和下地壳环境。

铬铁矿岩（铬矿石）中镁铬铁矿、铁镁铬铁矿与镁橄榄石有两个演化阶段：①相当于上地幔顶部或下地壳底部条件；②相当于下地壳条件。所以，主要铬铁矿矿化作用与晚期演化的纯橄岩有关。

3. 通过对岩体和成矿带系统的构造解析，建立了该区控岩控矿构造型式。概括为：一个主矿带、二种大地构造背景、三种构造系统、四类变形体制、五个变形序列和六种变形场。

表 1-1　完成工作量统计表

类别	工作内容	完成工作量	类别	工作内容	完成工作量
构造组	1. 1∶25 000 罗布莎地区构造图编图	约 100km²	统计分析组	1. 收集矿区岩石矿石分析数据	
	2. 草测或观察地质剖面图			岩石、矿石全分析及矿石基本分析数据	2758、1450 及 8000
	区域地质剖面	1 条　16km		铬尖晶石单矿物全分析数据	1924
	矿区穿过岩体的地质剖面图	2 条　10km		2. 光谱样品及微量元素样品采集、测试	43 个及 9 个
	短剖面	8 条		3. 包体测温(爆裂法及均一法)	26 及 32
	3. 测量面线产状	460 个		4. 钻孔资料收集、统计及制图	551 个孔
	4. 采集构造标本(普通与定向)	92 块(5 块定向)		5. 数据的统计分析(特异样品处理、数学特征值、统计分布特征、聚类分析、因子分析)	1500 机时
	5. 构造照片(经挑选后有用的)	19 张		6. 圈定远景区及估算资源量	
	6. 薄片观察	72 片			
	7. 透射电镜分析	10 个样			
	8. 均一测温	10 片			
	9. 岩石单轴抗压强度测量	10 组样			
岩矿组	1. 野外地质观察及岩石、矿物样品采集	181 个	物探组	1. 测香嘎山重、磁剖面(1∶10 000)	1 条，4km
	2. 采集矿物热电性样品	19 件		2. 测康金拉磁法剖面	2 条，400m
	3. 磨制薄片	102 件		3. 地面重磁数据处理(1∶10 000)	7.2km²
	4. 矿物分离	200 件		4. 地面磁法数据处理	8.34km²
	5. 矿物电子探针分析数据	6012 个		5. 航磁数据处理(1∶200000)面积 1 700km²	1800 多数据
	6. 测定矿物的平衡温度(t)、压力(p)	248 件(t) 90 件(p)		6. 磁法剖面数据处理(香嘎山)	5 条
	7. 测算矿物的溶解热(ΔH)、密度(ρ)	173 件(ΔH) 83 件(ρ)		7. 重磁详查　面积 0.25km²	5000 多数据
	8. 测定矿物热电性数据	250 个			
	9. 野外地质照片	8 张			

4. 在划分本地区构造变形序列、成岩成矿控矿系列基础上，建立了本区豆荚状铬铁矿的动力成矿模式，本区处于地体结合带，具强烈构造作用及多期构造变形改造，若消除后期构造影响和重塑蛇绿岩剖面后，恢复得到本区成矿构造有两种：一种是洋壳伸展；二是幔内剪切。前者造成蛇绿岩的生成和侵位，后者有助于蛇绿岩剖面下部物质动态部分熔融和铬铁矿剪切富集成矿，从而形成构造含矿杂岩带，通过流变学研究，构造成矿的物理状态是：温度为 850—1000℃，差异应力 2—3MPa，应变速率为 10^{-16}—$10^{-17}s^{-1}$，平衡粘度为 10^{22}—10^{23} Pa·S。动力成矿模式见表 2-7。

5. 通过对本区构造、岩矿及矿体变异特征的综合分析研究，系统总结了该矿区成矿规律：

(1) 产出部位　本区除纯橄岩相中浸染状贫矿外，尚有四个部位：①斜辉橄榄岩与上三叠统板岩（夹灰岩透镜体）的接触带；②斜辉橄榄岩相与纯橄岩杂岩带（即构造含矿杂岩带）；③斜辉橄榄岩相与纯橄岩相接触带；④构造混杂岩带。并认为，①、③、④不代表原生成矿位置，是逆冲推覆构造引起的矿体置移，矿体具规模小、脆性变形强烈、分布规律差的特点。②为主矿带，它与早期幔内韧性剪切带一致，代表了成矿原始产出层位，矿体具有规模大、品位高、矿化连续性较好的特点。

(2) 矿化空间分布　主体具有呈带群分布、分段集中（矿群成带、矿体成群）的特点，主成矿带的构造位置是幔型韧性剪切带加上透镜网络带，因受后期逆冲断层及一系列平移—正断层影响，形成错开和叠落，因而岩石和矿石的数学特征值沿走向有明显差异。

(3) 主矿带中矿群的分布　所有矿群集中分布于两层（或称亚带），在罗布莎矿段东段保

存齐全。构造位置受控于透镜网络系统的变形分解作用，矿化条件分为高温高压矿群和中温中压矿群，岩石化学成分统计分析（聚类分析、因子分析）结果也有明显差异。单个矿群可看作是变形分解型式中的一个大透镜体，据统计延伸长 1km 左右，宽 200—500m，平均矿化厚度 3m 左右。

（4）矿群中矿体　一般呈透镜状、似板状和铅笔状，平面和剖面上均具有串珠状、斜列状、侧列状组合分布规律，同一矿群中矿体，具有一定的优选方位，产状稳定，并具有侧伏规律。矿体的位态和组合型式，除受区域性南北向挤压应力场作用外，主要受韧性剪切作用和变形分解作用控制以及脆性断层的局部应力场的影响。

（5）矿化区　本区有两期矿化，早期为贫矿化，晚期为富矿化，两者在 Cr_2O_3 和 RFe 值（$RFe=Fe_2O_3/FeO+Fe_2O_3$）上有明显差异。

6. 总结本区有效预测标志有：

（1）标志矿物　具有成矿信息的标志矿物为斜辉橄榄岩中的顽火辉石、镁橄榄石和尖晶石族矿物，能提供成矿信息的参数是：①顽火辉石的平衡温度（t）、平衡压力（p）和溶解热（ΔH）；②镁橄榄石的 t、ΔH 和密度（ρ）；③尖晶石族矿物的 t 和热导电系数。其中最主要的是顽火辉石的 t-p-ΔH，认为 t、p 高晕和 ΔH 低晕是反映相对原始状态的超镁铁岩出露的位置，而 t、p 低晕和 ΔH 高晕为铬铁矿化的有利部位。

（2）构造识别标志　反映多尺度、多类型、多期次构造变形分解作用的构造岩，如构造含矿杂岩带、镁铁质糜棱岩、蛇纹岩化、构造片岩片理和构造面理、构造混杂岩、碎裂岩、角砾岩及构造透镜体等标志的识别和确认，有利于控岩控矿构造系统的厘定。

（3）统计标志　①近矿岩石 Cr_2O_3 含量大于 1%；②造岩矿物中出现 740—960℃的不混熔包裹体；③近矿围岩包裹体测温 680—960℃范围；④铬铁矿岩化学组分（%）：SiO_2 1.76、Al_2O_3 10.49、TFe13.14、Cr_2O_3 56.45、MgO 16.60、CaO 0.18；⑤稀土元素，稀土丰度（ΣREE）偏低，且轻稀土相对重稀土富集即 LREE/HREE 高的地区有利成矿。

（4）物探标志　航磁化极及垂向一阶导数反映了岩体的异常规模长 20km 左右，岩体产状北缓南陡，异常中心沿东西向变化与三个矿段吻合；延拓后岩体呈现较浅。1∶1 万地面磁法及剖面能清楚地反映主矿带的位置、重力水平导数负异常带及梯度带和磁场相对缓变区，在罗布莎矿段可反映主矿带的两个含矿层位置及方向。

7. 圈定了不同级别有利找矿远景区。圈定是通过两个途径；一是，按研究专题构造、岩矿、统计分析及物探单因素研究分别圈定后，再依各方法圈定的远景区重合程度作为有利度划分级别；二是，全区划分网格单元，建立多因素特征分析数学模型，圈定不同级别远景单元，共划分 A 类远景单元 6 个、B 类 5 个、C 类 20 个。

8. 用特征分析法和体积法估算远景单元 F 级资源量约 198 万吨，G 级资源量 263 万吨。用断面法和类比法估算 E 级资源量 101 万吨，故预测本区资源潜力共有 560 多万吨。