

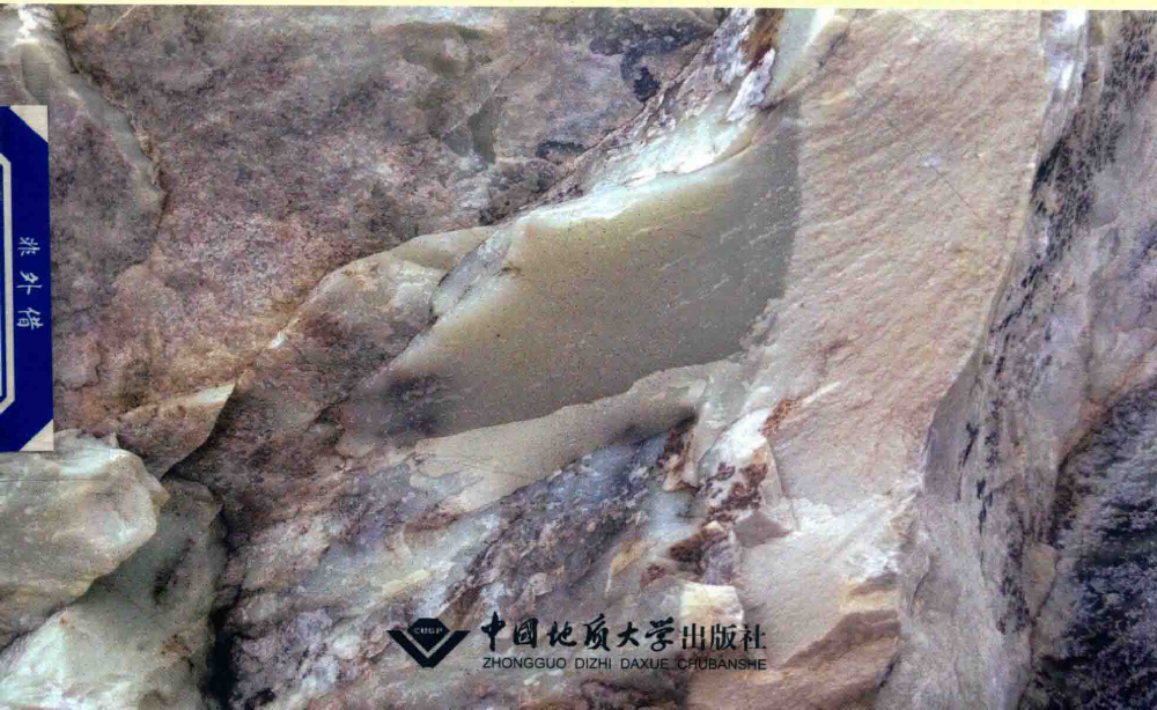


贵州省重大科技专项子课题成果之一

罗甸玉勘查技术与 资源评价研究

LUODIANYU KANCHA JISHU YU
ZIYUAN PINGJIA YANJIU

黄勇 等著



非
外
借



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

贵州省重大科技专项子课题成果之一

罗甸玉勘查技术与 资源评价研究

LUODIANYU KANCHA JISHU YU ZIYUAN PINGJIA YANJIU

黄 勇 郝家栩 韩颖平
白 龙 邓贵标 邓小杰

著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

罗甸玉勘查技术与资源评价研究/黄勇等著. —武汉:中国地质大学出版社, 2018.9

ISBN 978-7-5625-4310-7

I. ①罗…

II. ①黄…

III. ①玉石-非金属矿床-矿产勘探-研究-罗甸县②玉石-非金属矿床-矿产资源-资源评价-研究-罗甸县

IV. ①P619.280.673.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 206290 号

罗甸玉勘查技术与资源评价研究

黄 勇 等著

责任编辑:段连秀

策划编辑:段连秀

责任校对:徐蕾蕾

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电 话:(027)67883511 传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×960 毫米 1/16

字数:210 千字 印张:9.5 插页:4 图版:8

版次:2018 年 9 月第 1 版

印次:2018 年 9 月第 1 次印刷

印刷:湖北睿智印务有限公司

印数:1—400 册

ISBN 978-7-5625-4310-7

定价:68.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

罗甸玉勘查技术与资源评价研究

课题名称：罗甸玉开发利用关键技术研究产业化

课题负责人：杨林 戴传固

子课题名称：罗甸玉勘查技术与资源评价研究

子课题负责人：黄勇

编写人员：黄勇 郝家栩 韩颖平 白龙
邓贵标 邓小杰

单位负责人：张慧

总工程师：蒋开源

编制单位：贵州省地质调查院

工作时限：2014年9月1日—2017年8月31日

提交时间：2018年5月

前 言

本书是贵州省科技厅 2014 年部署的重大科技专项“罗甸玉开发利用关键技术研究产业化”所取得的研究成果之一。罗甸玉由透闪石矿物组成，其成矿元素主要为 Ca、Si、Mg，此前争议最大的是 Mg 的来源问题；罗甸玉矿与国内外著名软玉矿具有相似的地质特征，单层矿体薄，延伸距离短，经济价值高，勘查和评价难度大。通过对典型矿床（点）的野外调研，实测地层剖面、岩体剖面、接触变质带剖面以及采样分析，在矿床成因、勘查技术和资源评价研究等方面取得了新的进展和认识，基本查明了罗甸玉矿的成矿物质来源，提出了罗甸玉矿体的图面表达方式和资源量校正系数的计算方法。

本书的研究结论是：Ca、Si 来自围岩，分别由四大寨组灰岩和硅质岩提供，Mg 来源于下伏地层，由南丹组中的白云岩、白云质灰岩提供，成矿作用的热源来自基性岩浆侵入活动，成矿流体产生于变质作用过程；罗甸玉的成矿过程可划分为早期、中期和晚期 3 个阶段，并建立了成矿模式；研究发现在南丹组有含镁岩石分布的区域叠加了基性岩体陡切割围岩的地段是罗甸玉的有利成矿部位；新提出以含矿体（带）作为圈定矿体的基本单元，可以解决罗甸玉矿体

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com ¹

薄、延伸不远的勘查技术难题；提出了含矿体（带）的厚度比含矿率概念，应用模型方法验证，厚度比含矿率值与面积比含矿率值相等，因而采用厚度比含矿率校正罗甸玉矿资源储量的估算方法是可靠的，该方法简便准确、可操作性强，具有推广意义。

作者

2018年6月

目 录

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 软玉矿的研究现状	(2)
1.2 研究区自然地理概况	(3)
1.3 以往工作程度及选题背景	(5)
1.4 主要研究内容、研究方法及技术难点	(11)
1.5 项目完成情况及人员分工	(13)
第 2 章 区域成矿地质背景	(16)
2.1 地层	(17)
2.2 构造	(24)
2.3 岩浆岩	(30)
2.4 变质岩	(42)
第 3 章 矿床地质特征	(59)
3.1 赋矿地层及岩性	(59)
3.2 接触变质带	(60)
3.3 矿体产出特征	(62)
3.4 矿石特征	(65)
3.5 矿床成因	(71)
3.6 典型矿床(点)	(81)

第 4 章 勘查技术方法	(87)
4.1 基本研究方法	(88)
4.2 勘查技术方法	(89)
4.3 勘查工作程序及阶段划分	(92)
4.4 勘查类型和工程间距的确定	(93)
4.5 勘查综合评价	(95)
第 5 章 勘查工业指标	(96)
5.1 矿石质量指标	(96)
5.2 开采技术条件指标	(99)
5.3 具体工业指标	(103)
第 6 章 资源评价技术	(104)
6.1 资源量估算	(105)
6.2 矿体的圈定	(112)
6.3 块段划分	(113)
6.4 地质可靠程度的确定	(114)
第 7 章 矿床实例	(115)
7.1 优化勘查阶段的效益分析	(115)
7.2 资源评价方法应用	(118)
第 8 章 结 论	(123)
8.1 取得的主要研究成果	(123)
8.2 矿床技术经济评价	(126)
8.3 矿床开采技术条件评价	(129)
8.4 问题和建议	(130)
参考文献	(131)
附件 罗甸玉矿勘查工业要求	(139)
图版	(145)

第1章 绪论

世界上的软玉矿主要出产于中国、韩国、俄罗斯、新西兰、澳大利亚、加拿大等地(Yui and Kwon, 2002; Deng *et al*, 2010; 文苾燊等, 2014), 中国是重要的软玉产出国, 已知软玉矿产地有新疆和田、新疆玛纳斯、青海格尔木、四川龙溪、辽宁岫岩、江苏溧阳(梅岭)、台湾花莲、福建南平、贵州罗甸等(翁臻培和张庆麟, 2001; 支颖雪等, 2011; 杨林等, 2011; 黄勇等, 2012; 范二川等, 2012)。新疆和田玉矿床(点)集中分布于和田—叶城—且末—若羌—格尔木—昆仑山—阿尔金山—一线。新疆和田玉和玛纳斯碧玉堪称中国名贵玉种(屈红军和刘养杰, 2002), 新疆和田玉更是驰名古今中外, 和田玉也因此逐渐成为软玉的代名词, 国外甚至将软玉称为和田玉或中国玉。

近年来, 在贵州罗甸、广西大化新发现了软玉矿(黄勇等, 2012; 李旭等, 2011; 王宾等, 2012; 王永亚和干福熹, 2012), 这是在新疆和田玉矿濒临枯竭、青海软玉矿资源逐渐减少之际的重大找矿进展(陈更新, 2013), 罗甸软玉矿的资源潜力大, 矿石质量好, 可望成为我国软玉矿资源的重要接替靶区, 具有重大的找矿意义。

目前对软玉概念的认识较为混乱。按照《珠宝玉石 名称》(GB/T 16552-2017)的定义, 软玉的英文名为 Nephrite, 主要由透闪石、阳起石组成, 以透闪石为主。鉴于软玉由透闪石—阳起石的闪石类矿物构成, 干福熹(2008)建议称为闪石玉, 而不同产地的闪石玉可冠以地方名称加以识别, 如和田闪石玉、汶川闪石玉、青海闪石玉、俄罗斯(贝加尔湖)闪石玉等。有学者建议将和田玉命名为“透闪石玉”更好(唐延龄和刘德权, 1998), 多数人认为软玉只包含透闪石玉和阳起石玉两种: 透闪石玉由透闪石 $[\text{Ca}_2\text{Mg}_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2]$ 构成, 阳起石玉由阳起石 $[\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5[\text{Si}_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2]$ 构成(Douglas and Yang, 2008)。本书研究的软玉矿系指透闪石玉矿和阳起石玉



矿,不牵涉蛇纹石玉矿及其他玉石矿。

1.1 软玉矿的研究现状

软玉矿的研究历史大致可划分为初始阶段(1846—1966年)、发展阶段(1966—2001年)和提高阶段(2002年至今)(周征宇等,2005),大量文献主要涉及软玉的宝石学研究范畴,研究对象大多是来自市场上的手标本(Zhang *et al.*, 2011; Siqin *et al.*, 2012, 2014; Wang *et al.*, 2013),有的是对软玉仔料及其加工品进行测试鉴定研究(Cheng *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2011; Chen *et al.*, 2013),有的是对考古发掘的古代软玉加工品做测试鉴定研究(Wen and Jing, 1992; Rawson and Michaelson, 2002; Sax and Ji, 2004, 2013; Douglas, 2005; Iizuka *et al.*, 2007; Casadio *et al.*, 2007; Douglas and Yang, 2008; Gan *et al.*, 2010; Kostov *et al.*, 2012; Arkhireev *et al.*, 2012; Chen *et al.*, 2004, 2013; Cook and Frederick, 2013; Prieto *et al.*, 2013; Tsydenova *et al.*, 2014),只有部分文献对软玉原生矿床进行了地质学、矿物岩石学、宝石学和矿床学研究(Harlow and Sorensen, 2005; Deng *et al.*, 2010; Siqinbilige *et al.*, 2011; Liu *et al.*, 2011a, b, 2015; Ling *et al.*, 2015)。研究较多的矿产地主要有中国的新疆和田、青海格尔木、台湾花莲、四川龙溪、江苏溧阳、辽宁岫岩、福建南平等地,以及俄罗斯贝加尔湖、加拿大不列颠哥伦比亚、澳大利亚科威尔、韩国春川、美国加州、新西兰 Westland 及 West Otago 等地(Burtseva *et al.*, 2015; Huang and Rubenach, 1995; Lanphere and Hockley, 2007; Yui *et al.*, 2002; Wilkins *et al.*, 2003; Adams *et al.*, 2007)。

贵州罗甸玉矿发现于2011年,是我国新发现的软玉矿。目前进行的研究主要涉及罗甸玉的宝石矿物学特征、岩石学及地球化学特征、矿床学特征等方面(支颖雪等,2011;张立琴,2013;杨林等,2013;麻榆阳等,2013;朴庭贤等,2014;董剑文等,2014;张亚东等,2015;黄勇等,2012;李凯旋等,2014)。研究表明,罗甸玉的主要矿物成分为透闪石,透闪石含量一般大于95%,多在98%以上,另含少量的方解石,脉石矿物对玉石品质有一定的影响;罗甸玉的折射率及密度与标准的透闪石接近,略低于新疆和田玉;罗甸玉的透闪石主要呈纤维状、柱状和片状,晶粒(片)粒度微小,玉石具纤维状—柱状变晶

交织结构、纤维状—毡状变晶交织结构、纤维状变晶交织结构,结构细腻,具有较好的加工性能;罗甸玉矿体产于基性岩体与燧石灰岩的接触变质带上,属接触交代型矿床。

软玉是经济价值极高的稀缺矿产品,矿体呈层状脉成群产出。罗甸玉矿与其他产地软玉矿的共性特征是单条矿脉薄,延伸不长,勘查难度大,资源评价较难。现有《固体矿产地质勘查规范总则》(GB/T 13908-2002)、《固体矿产勘查工作规范》(GB/T 33444-2016)、《固体矿产资源/储量分类》(GB/T 17766-1999)等规范标准不完全适用于对罗甸玉矿的勘查工作指导,单矿种规范中也没有软玉矿规范可循,因而开展罗甸玉矿的勘查评价方法研究具有理论创新意义和重要的应用价值。

1.2 研究区自然地理概况

研究区西起里平,东至冗央,北达罗甸,南迄纳翁,行政区划隶属罗甸县、望谟县两县管辖。拐点坐标 A: $106^{\circ}09'30''$ 、 $25^{\circ}10'00''$, B: $106^{\circ}15'00''$ 、 $25^{\circ}10'00''$, C: $106^{\circ}30'00''$ 、 $25^{\circ}20'00''$, D: $106^{\circ}30'00''$ 、 $25^{\circ}26'00''$, E: $106^{\circ}45'00''$ 、 $25^{\circ}26'00''$, F: $106^{\circ}45'00''$ 、 $25^{\circ}10'48''$, G: $106^{\circ}26'37''$ 、 $25^{\circ}02'00''$, H: $106^{\circ}09'30''$ 、 $25^{\circ}02'00''$,涉及 1:5 万罗甸幅、桑郎幅、罗悃幅、大观幅、渡邑幅、圭里幅区域地质调查,全区面积约 1698km^2 。罗甸—望谟的 312 省道斜贯研究区,部分乡村有简易公路通达(图 1-1)。南东地区为崇山峻岭,植被覆盖严重,徒步通行困难。

研究区地势北西高南东低,主体处于贵州高原南缘向广西丘陵过渡的斜坡地带,北西部海拔 $1300\sim 1500\text{m}$,逐渐向南东过渡为海拔 $300\sim 900\text{m}$,最高点位于桑郎南西约 5km 处,海拔 1507m ,最低点位于南东边界的红水河流域,海拔约 300m ,最大相对高差约 1200m ,一般相对高差 $500\sim 600\text{m}$,地形切割陡峻,山峦起伏,水系发育,沟谷纵横,深切河谷多呈“V”字形。该区属南亚热带季风湿润—半湿润气候,具有春早、夏长、秋迟、冬短的特点,雨量充沛,年降雨量 1200mm ,年平均气温 19°C 左右,年无霜期约 340 天,主要灾害性天气是春旱频繁,夏季暴雨,北部地区时有冰雹。由于群山起伏,气候温和,生物资源丰富,属于国家保护的野生动物有蟒蛇、红腹锦鸡、白鹅、红隼、

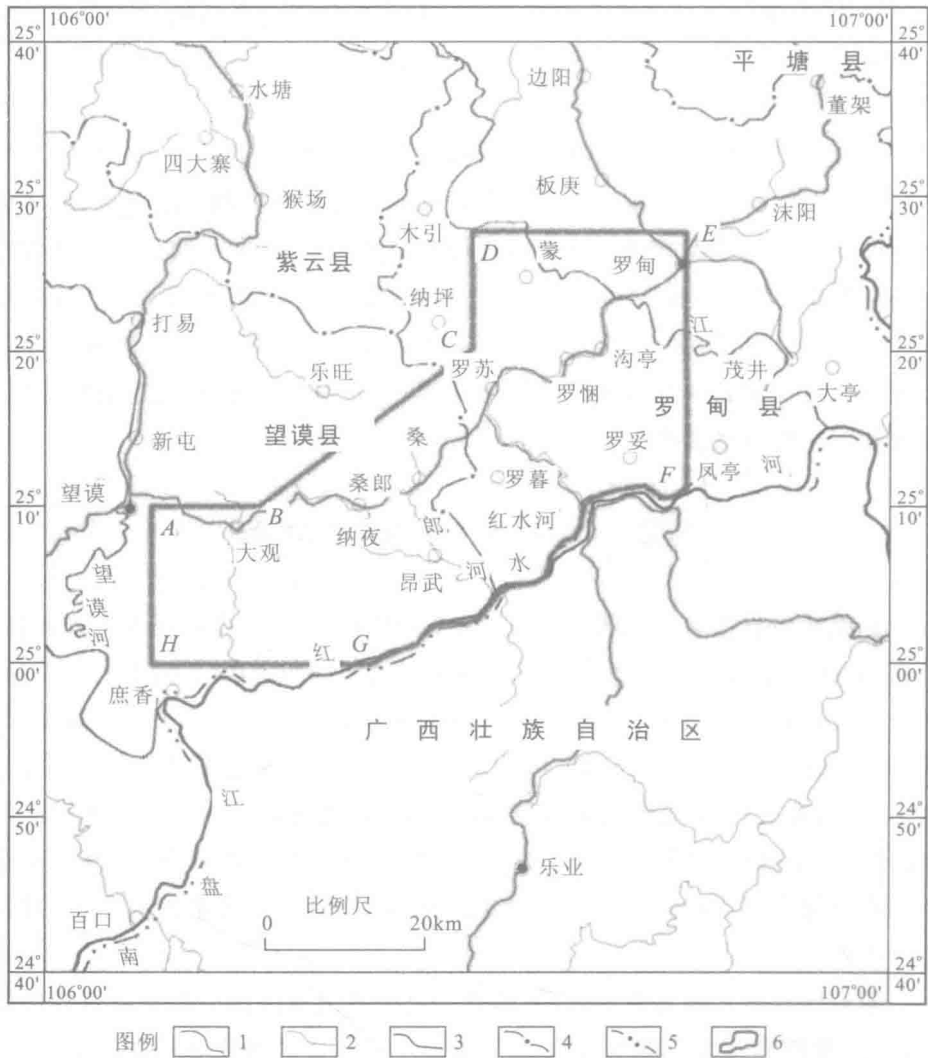


图 1-1 研究区交通位置图

1. 省道; 2. 县道; 3. 河流; 4. 县界; 5. 省界; 6. 研究区

白冠长尾雉、猕猴、穿山甲、水獭、大灵猫、小灵猫; 水产动物有团鱼(鳖); 国家一级保护树种有桫欏; 二级保护树种有野荔枝、黄杉、楠木、麻楝、红椿、杜仲、银杏、鹅掌楸、福建柏、心叶硯木等; 野生药材有金银花、桔梗、大小黄草、半夏、通草、何首乌等上百种。

区内居民有汉族、布依族、苗族、瑶族、回族、壮族、侗族、彝族、水族等民族,多以务农为生,极少数从事流通商业、加工、采矿工作。主要农作物有水稻、玉米、小麦、红薯、豆类等;经济作物有辣椒、蕃茄、西瓜、油菜、芝麻、黄果、柑桔、脐橙、油桐籽、板栗、香蕉、火龙果、药材(艾纳香)等。奇石资源丰富,奇石文化浓厚。

1.3 以往工作程度及选题背景

1.3.1 以往工作程度

研究区的地质调查工作自解放前即开始,但较系统的地质矿产调查工作始于1959年,此前的研究程度较低。1959年以后,地矿、石油、冶金、有色、煤田等有关专业地勘单位及企业在区内开展过地质矿产调查,20世纪60年代中期以后开展了1:20万区域地质调查和区域矿产调查,以及1:5万区域地质调查工作(图1-2,表1-1),取得了大量的成果。但由于研究区地形切割较大,植被覆盖严重,总体研究程度仍然较低。

1. 区域地质调查

1966年,贵州省地质局108队完成了1:20万罗甸幅区域地质测量;1973年,广西壮族自治区地质局区域地质测量队完成了1:20万乐业幅区域地质调查及区域矿产调查;20世纪90年代开始,贵州省地质矿产局区域地质调查大队相继开展了研究区及其邻区1:5万大观幅、渡邑幅、望谟自治县幅、罗甸县幅、坡球幅等区域地质调查;近几年,贵州省地质调查院完成了区内余下的1:5万桑郎幅、罗悃幅、八茂幅、圭里幅区域地质矿产调查。

2. 矿产地质调查

1959年开始,随着国民经济发展的需要,先后有贵州石油普查勘探大队、广西石油普查大队、广西煤田勘探公司103队、广西地质局651队、第二地质队、第四地质队、百色专区地质队、广西冶金局215队、广西壮族自治区地质局区域地质测量队、贵州冶金局物探队、地质矿产部第一矿产公司贵州省672队、贵州省地质局108队、115队等单位在研究区开展矿产调查工作,

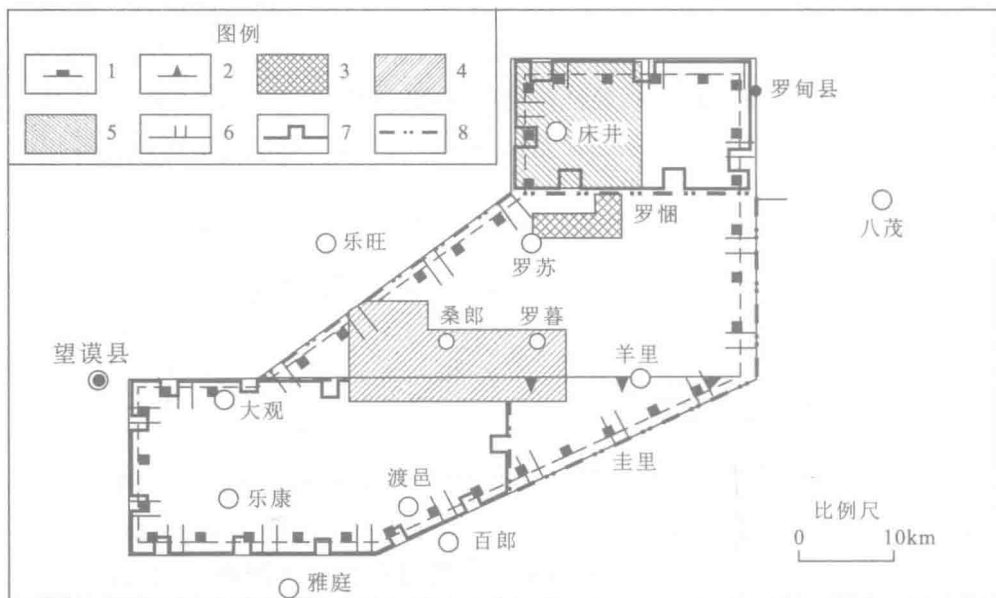


图 1-2 研究区以往地质矿产工作程度图

1. 1959 年贵州石油普查勘探大队贵州床井、平绕构造区详查区; 2. 1959 年广西石油普查大队 1:20 万石油地质普查区; 3. 1970—1971 年贵州省地质局 108 队、115 队铁矿普查区; 4. 1971 年贵州省冶金勘探公司物探队铁矿、铜矿普查区; 5. 1965 年地质矿产部贵州省 672 队水晶矿普查勘探区; 6. 1966—1973 年地质部贵州省地质局 108 队及 1973 年广西壮族自治区地质局区域地质测量队 1:20 万区域地质调查区及区域矿产调查区, 2011 年—2013 年贵州省地质调查院罗甸玉调查评价区; 7. 1984—1994 年贵州省地质局区域地质调查研究院 1:5 万区域地质调查区; 8. 2012—2014 年贵州省地质调查院 1:5 万桑郎幅、罗悃幅、八茂幅、圭里幅区域地质矿产调查区之部分

找矿工作涉及石油、煤、水晶、铁、铜、锑、铅锌等矿产, 在床井、罗悃、罗暮、桑郎、圭里等地实施了较详细的矿点检查、普查及区域性调查工作。

罗甸玉矿发现于 2011 年, 同年 8 月, 由贵州省科学技术厅牵头组织专家组赴野外考察, 确认为透闪石玉, 与新疆和田玉相近。同月, 贵州省国土资源厅将“贵州省罗甸—望谟地区软玉矿调查评价”项目下达给贵州省地质调查院承担, 至 2013 年结题。

表 1-1 研究区主要地质工作成果一览表

年份	主要研究人员或单位	主要研究内容和成果
1966	地质部贵州省地质局 108 队	1:20 万罗甸幅区域地质测量报告书(上册地质部分)
1966	地质部贵州省地质局 108 队	1:20 万罗甸幅区域地质测量报告书(下册矿产部分)
1966	地质部贵州省地质局 108 队	1:20 万罗甸幅地质图
1966	地质部贵州省地质局 108 队	1:20 万罗甸幅矿产图
1973	广西壮族自治区地质局区域地质测量队	1:20 万乐业幅区域地质调查报告(地质部分)
1973	广西壮族自治区地质局区域地质测量队	1:20 万乐业幅区域地质调查报告(矿产部分)
1973	广西壮族自治区地质局区域地质测量队	1:20 万乐业幅地质图
1973	广西壮族自治区地质局区域地质测量队	1:20 万乐业幅矿产图
1987	贵州省地质矿产局	贵州省区域地质志
1982	广西壮族自治区地质局	广西壮族自治区区域地质志
1997	贵州省地质矿产局	贵州省岩石地层
1997	广西壮族自治区地质局区调院	广西壮族自治区岩石地层
1999	范祥发	从 1:50 万重力异常探讨贵州省区域地质构造格架
2007	王亮等	贵州 1:20 万重力异常分布特征与透露的区域地质构造新信息
2008	张启厚	贵州省罗甸县二叠系领姆组地层中发现黄铜矿矿体
2009	韩伟等	贵州罗甸晚二叠世辉绿岩及其区域构造意义
2009	王亮等	贵州重磁异常分区特征与区域成矿区(带)分布特色



续表 1-1

年份	主要研究人员或单位	主要研究内容和成果
2011	贵州省联合考察组	贵州罗甸和田玉科学考察调研报告
2012	黄勇等	贵州省冗里软玉矿的发现及意义
2013	贵州省地质调查院	贵州省罗甸一望漠地区软玉矿调查评价报告
2014	贵州省地质调查院	贵州 1:5 万桑郎、罗悃、八茂、圭里 4 幅区域地质矿产调查报告
2017	贵州省地质调查院	中国区域地质志·贵州志
2017	黄勇等	罗甸玉矿区基性岩床内中性岩的锆石 U-Pb 定年及意义

1.3.2 已往成果综述

1:20 万罗甸幅区域地质调查和区域矿产调查成果、1:20 万乐业幅区域地质调查和区域矿产调查成果是本项目研究前修编研究区 1:5 万地质图的重要基础资料,尤其是 1:20 万区域地质调查工作结束后相继开展的 1:5 万大观幅、渡邑幅、望漠自治县幅、罗甸幅、坡球幅区域地质调查取得的成果,更是对比研究区 1:5 万地层单元、重建地层系统的重要依据。近年来,贵州省新编地质志项目对全省大地构造格局进行了重新划分,为本次罗甸玉研究提供了重要参考。贵州省地质调查院完成的“贵州 1:5 万桑郎、罗悃、八茂、圭里 4 幅区域地质矿产调查”项目实测的部分地层剖面为罗甸玉矿控矿地质条件研究提供了背景素材。由贵州省地质调查院承担的“贵州罗甸一望漠地区软玉矿调查评价”项目取得了大量与罗甸玉矿相关的重要蚀变矿化信息,为本次罗甸玉矿研究提供了重要的基础支撑。

1:20 万~1:5 万区域地质矿产调查成果最早开展于 20 世纪 60—70 年代,结束于近几年,时间跨度大,各个历史时期的任务要求和规范标准不同,导致地层划分及地层单元的图面表达方式存在较大差异,给区内地层对比与拆分带来了较大的困难,在一定程度上制约了研究区 1:5 万地质图的修订工作。

1. 基础地质成果

研究区涉及1:20万罗甸幅和乐业幅地质图,由于这两幅图分别由贵州省地质矿产局和广西壮族自治区地质矿产局分别填绘,前者完成于1966年,后者完成于1973年,地层划分精度方面,前者细后者粗,两幅图建立的地层系统不同,在研究区内接边十分困难,需要进一步开展1:5万地质填图加以解决。20世纪90年代,贵州省地质局区域地质调查大队在区内及邻区相继完成了1:5万大观幅、渡邑幅、望谟自治县幅、罗甸幅、坡球幅区域地质填图工作,部分图幅开展了矿产调查,详细划分了地层单元,为研究区建立统一的地层系统提供了方便。

2. 物探成果

覆盖本区的主要物探成果有1:100万重力测量、1:50万贵州省布格重力异常图、中国西南地区(1:100万)航空磁力异常 ΔT 图,这些资料是研究深部大断裂和隐伏岩体的重要途径。全省布格重力异常特征显示,贵州布格重力异常等值线呈近南北向展布,总体东高西低,布格重力场自东向西逐渐降低,中部有局部圈闭的重力高和重力低异常,推断为侵入岩体引起的可能性较大。研究区有一面波低速带,表明具较热物质。综合分析,研究区呈现圈闭的重力高和重力低异常,极有可能由隐伏岩体引起。

3. 矿产及科研成果

早期的矿产工作主要是针对当时的国民经济需要开展的专项普查工作。例如,1959年,广西石油普查大队对研究区南部(圭里幅)进行了1:20万石油地质普查;1970—1971年,贵州省地质局108队、115队分别在研究区北部、东部罗悃、八茂地区开展了铁矿普查工作;1971年,贵州省冶金勘探公司物探队在测区南西部桑郎—罗暮一带进行了铁、铜普查工作。随着人民生活水平的不断提高,国家也加强了对贵金属矿产和宝玉石矿产的勘查工作。2011年,罗甸玉矿被发现之后,贵州省地质调查院随之开展了罗甸玉矿的调查评价工作,并由此产生了一批有关罗甸玉的研究文献(支颖雪等,2011;杨林等,2011,2013a、b;黄勇等,2012,2017;范二川等,2012;张立琴,2013;麻榆阳等,2013;朴庭贤等,2014;董剑文等,2014;杨亚东等,2015;郝家栩等,2014)。