

四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书(10)

四川省稀土成矿规律 及资源评价

SICHUANSHENG XITU CHENGKUANG GUI LÜ
JI ZIYUAN PINGJIA

孙明全 罗其标 张博飞 范 勇 编著
杨 柳 邓 涛 张卫华 龚 玥



科学出版社

四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书(10)

四川省稀土成矿规律及资源评价

孙明全 罗其标 张博飞 范 勇 编著
杨 柳 邓 涛 张卫华 龚 玥

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书简要介绍了四川省稀土矿产勘查历史及开发利用概况,四川稀土矿的成因类型、时空分布、主要稀土矿产的资源特点。在本书总结的四川省稀土矿牦牛坪式岩浆-热液型、沉积型、伟晶岩型、第四系砂矿型、火山岩型和离子吸附型稀土矿等6种成因类型中,重点阐述了牦牛坪式岩浆-热液型主要矿床特征及其成矿模式。在四川全省Ⅳ级成矿区带划分的基础上划分了5个稀土Ⅴ级成矿远景区,并对其进行了远景评价。

本书可供从事地质教学、矿产勘查和地质科研人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

四川省稀土成矿规律及资源评价 / 孙明全等编著. —北京: 科学出版社, 2017.2

(四川省矿产资源潜力评价项目系列)

ISBN 978-7-03-051842-2

I. ①四… II. ①孙… III. ①稀土元素矿床-成矿规律-四川②稀土元素矿床-资源评价-四川 IV. ①P618.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 032518 号

责任编辑: 张 展 罗 莉 / 责任校对: 刘 勇

责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年2月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2017年2月第一次印刷 印张: 8

字数: 185千字

定价: 78.00元

“四川省矿产资源潜力评价”是“全国矿产资源潜力评价”的工作项目之一。

按照国土资源部统一部署，项目由中国地质调查局和四川省国土资源厅领导，并提供国土资源大调查和四川省财政专项经费支持。

项目成果是全省地质行业集体劳动的结晶！谨以此书献给耕耘在地质勘查、科学研究岗位上的广大地质工作者！

“四川省矿产资源潜力评价 项目”系列丛书编委会

主 编：杨冬生

副主编：王 平 徐志文 李 树 李仕荣

徐锡惠 李 涛 陈东辉 胡世华

委 员：(以姓氏笔画为序)

王丰平 石宗平 冯 健 杨永鹏

杨治雄 肖建新 吴家慧 陈 雄

赵 春 郭 强 贾志强 曹 恒

赖贤友 阚泽忠

四川省矿产预测评价工作领导小组

组 长：宋光齐

副组长：刘永湘 张 玲 王 平

成 员：范崇荣 刘 荣 李茂竹

李庆阳 陈东辉 邓国芳

伍昌弟 姚大国 王 浩

领导小组办公室

办公室主任：王 平

副 主 任：陈东辉 岳昌桐 贾志强

成 员：赖贤友 李仕荣 徐锡惠

巫小兵 王丰平 胡世华

前 言

稀土元素被誉为“工业的维生素”，具有优异的磁、光、电性能，对改善产品性能，增加产品品种，提高生产效率起到了巨大的作用。稀土元素已成为改进产品结构、提高科技含量、促进行业技术进步的重要元素，被广泛应用到了冶金、军事、航空航天、石油化工、玻璃陶瓷、农业和新材料等领域。

稀土元素是门捷列夫元素周期表第三副族中原子序数从 57 到 71 的 15 个元素，即镧系元素，包括镧(La)、铈(Ce)、镨(Pr)、钕(Nd)、钷(Pm)、钐(Sm)、铕(Eu)、钆(Gd)、铽(Tb)、镝(Dy)、钬(Ho)、铒(Er)、铥(Tm)、镱(Yb)、镱(Lu)。另外钪(Sc)和钇(Y)这两个元素在电子结构、化学性质与镧系元素相近，自然界中常共同产出，一般也归入稀土元素类。稀土元素又称稀土金属，通常用 REE 表示，REO 表示稀土氧化物总量。通常把镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕称为轻稀土或铈组稀土，用 ΣCe 表示，以 $\Sigma \text{Ce}_2\text{O}_3$ 表示轻稀土氧化物；把铈、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镱、钪称为重稀土或钇组稀土，以 ΣY 表示，以 $\Sigma \text{Y}_2\text{O}_3$ 表示重稀土氧化物。

本书共分为六章。第一章回顾了四川省稀土勘查的历史，稀土矿的开发利用概况，简要介绍四川稀土矿的成因类型、地理分布、查明资源量、主要矿石矿物、共伴生组分、开采及选冶性能等。

第二章介绍四川省稀土矿的成矿地质背景，主要是扬子陆块西部边缘的后山基底逆推带、康滇轴部基底断隆带和金河—箐河前缘逆冲带 3 个四级构造单元的地质特征及相关的区域性控矿构造。

第三章介绍牦牛坪式岩浆—热液型稀土矿，总结了成矿模式。牦牛坪式岩浆—热液型稀土矿床与陆相侵入的碱性岩—碳酸岩系列岩石有关，是四川省内目前唯一有查明资源储量的稀土类型，共有矿产地 10 处，冕宁牦牛坪、德昌大陆乡和冕宁郑家梁子稀土矿是其中的代表。

第四章简要介绍了四川省沉积型、伟晶岩型、第四系砂矿型、火山岩型 4 种类型的伴生稀土矿，简要介绍了离子吸附型稀土矿的调查结果。

第五章总结四川省稀土矿的成矿规律，介绍了地质建造构造与稀土矿的关系，成矿时间及成矿区带的划分及成矿系列归属。

第六章主介绍四川稀土资源潜力评价的成果，并对四川离子型稀土矿的前景进行分析。

本书是在“四川省稀土资源潜力评价”研究成果的基础上，补充收集 2009 年以后形

成的部分地质勘查资料总结而成。“四川省稀土资源潜力评价”研究成果是集体劳动的结晶，得到了四川省矿产资源潜力评价办公室领导和同仁的大力支持，尤其是得到了胡世华、肖懿、蒲广平、黄与能、赖贤友、范勇等专家学者的指导与帮助，在此深表谢意！

由于笔者水平有限，经验不足，书中错误之处在所难免，恳请各位专家和同仁批评指正。

2016 年 11 月

目 录

第一章 四川省稀土资源概况	1
第一节 勘查开发概况	1
一、勘查概况	1
二、开发利用概况	4
第二节 四川省稀土矿成因类型	5
第三节 四川省稀土资源特点	5
一、地理分布及规模	5
二、查明稀土资源量	7
三、主要矿石矿物	8
四、共伴生组分	8
五、开采及选冶性能	8
第二章 稀土成矿地质背景	9
第一节 区域构造单元	9
第二节 大型断裂构造	11
一、茂汶深断裂带	11
二、北川—映秀断裂带	12
三、小金河断裂带	12
四、金河—菁河断裂带	13
五、南河—磨盘山深断裂带	14
六、安宁河断裂带	14
七、小江逆冲断裂	16
第三节 与稀土成矿有关构造单元特征	17
一、龙门后山基底逆推带	17
二、康滇基底断隆带	20
三、金河—菁河前缘逆冲带	27
第三章 牦牛坪式岩浆—热液型稀土矿床	28
第一节 冕宁县牦牛坪稀土矿床	28
一、成矿地质环境	28

二、围岩蚀变及表生变化	38
三、矿化特征	41
四、矿体特征	42
五、矿石质量	46
第二节 德昌大陆乡稀土矿床	58
一、成矿地质环境	58
二、围岩蚀变及表生变化	63
三、矿化特征	65
四、矿体特征	66
五、矿石特征	68
第三节 郑家梁子稀土矿简要特征	76
一、矿床特征	77
二、矿体特征	77
三、矿石特征	78
四、有用组分	78
第四节 牦牛坪式稀土矿成矿模式	78
一、成矿地质背景	78
二、成矿地质条件	79
三、含矿岩脉及矿体	80
四、成矿物理化学条件及成矿物质来源	80
五、成矿时间	82
六、成矿机制	82
七、找矿标志	84
第四章 其他类型稀土	85
第一节 什邡式沉积型磷矿伴生稀土矿	85
一、矿床特征	85
二、矿层特征	89
三、矿石特征	89
四、稀土元素赋存特征	89
五、矿床成矿模式	90
第二节 伟晶岩型	90
一、矿床特征	91
二、含矿岩脉特征	92
三、矿石特征	93
四、有用组分赋存状态	93

第三节 第四系砂矿型	93
一、矿床特征	93
二、矿体特征	95
三、矿石特征	95
四、矿石矿物及有用组分	95
第四节 火山岩型	95
一、含矿地层	96
二、矿体特征	96
三、矿石特征	97
四、有用组分含量	97
第五节 离子吸附型	97
 第五章 四川省稀土矿成矿规律	100
第一节 大地构造单元与成矿	100
第二节 大型变形构造与成矿	100
第三节 地质建造与成矿	100
一、沉积建造与成矿	100
二、火山岩建造与成矿	101
三、侵入建造与成矿	101
第四节 四川省稀土矿成矿时间	101
第五节 四川省稀土矿成矿区带及成矿系列	101
 第六章 稀土资源预测评价	104
第一节 预测评价技术方法及流程	104
一、工作原则	104
二、预测评价技术流程	104
第二节 资源潜力评价	104
一、预测工作区	104
二、最小预测区	105
三、预测资源量	105
四、预测区	106
第三节 问题讨论	107
 主要参考文献	109

第一章 四川省稀土资源概况

四川省位于我国西南腹地，辖区面积 48.6 万 km²，约占全国陆地面积的 5.1%。人口居全国第三位。稀土矿是四川省优势矿种之一，查明资源/储量位列全国第二。稀土矿主要集中分布于我省西南部攀西地区，包括凉山彝族自治州和攀枝花市。另外，在绵竹一带什邡式磷矿中有稀土元素以离子形态赋存于磷矿石中。

第一节 勘查开发概况

一、勘查概况

四川省稀土矿地质勘查工作经历了 20 世纪 50 年代末至 70 年代，20 世纪 80~90 年代以及 2007 年至 2014 年 3 个主要时期。

(一) 20 世纪 50 年代末至 70 年代

20 世纪 50 年代末至 70 年代，在寻找放射性矿产和区域矿产调查工作中发现和评价了一批矿稀土矿产地。

1957 年四川省地质局西昌地质队将冕宁县包子山作为铜矿点进行检查，后经四川省地质局第一区测队复查，发现原认为的黄铜矿化地段为黄铁矿化。1965 年 8~11 月，四川省地质局西昌工作指挥部直属分队对该矿点进行放射性异常检查评价，发现了较富的铀矿化和稀土矿化，于 1966 年 9 月提交了《四川省冕宁县包子山稀土—铀矿点检查评价报告》。

四川省地质局西昌地质队于 1959 年下半年，在碉楼山矿点开展以萤石为重点的地质工作，发现了郑家梁子矿点，于 1960 年发现了萤石矿床中富含稀土元素，继而转向以稀土矿为重点的普查工作，1961 年 5 月结束野外地质工作，1961 年 7 月提交了《冕宁县木落稀土矿区地质普查报告》，估算了 C2 级 TREO 储量。

四川省地质局第一区测队于 1960 年 5 月，在 1:20 万区测工作重砂找矿中发现三岔河稀土矿，1961 年四川省地质局第一区测队与四川省地质矿产勘查开发局物探队合作进行了综合评价，1962 年 5 月结束野外工作并提交了《四川省冕宁三岔河稀土矿床综合评价报告》，估算了 C2 级表内外 Ce₂O₃ 储量。

1961年四川省地质局西昌地质队在里庄羊房沟进行矿点检查工作,编写了放射性检查报告,提交了少量地表C2级表内外 Ce_2O_3 储量。

20世纪70年代,四川省地质局在攀西地区开展的1:20万区域地质调查工作中相继发现了大量的稀土矿(化)点,包括德昌石马村、会理半山田、德昌茨达等。

(二)20世纪80~90年代

20世纪80~90年代,冕宁县牦牛坪和德昌县大陆乡两个大型稀土床矿的发现评价,确立了四川省稀土矿在全国稀土矿产中的重要地位。

1. 冕宁县牦牛坪稀土矿

1985年1月,四川省地质矿产勘查开发局109地质队在冕宁县牦牛坪地区开展铅锌矿普查工作,在岩矿光谱半定量分析成果中发现铈、铈、镧三种稀土元素普遍含量较高。1986年6月初,野外工作中发现稀土矿物——氟碳铈矿,同时认为牦牛坪地区稀土元素含量普遍较高,矿化范围较大,成矿条件有利,至此,矿区地质工作开始转向以稀土为主的普查评价。同年,地表槽探系统揭露及深部钻孔控制,初步圈定稀土含矿带长2200 m,宽约300 m,斜深300 m。

1987年,四川省地质矿产勘查开发局109地质队采集了矿区Ⅰ号碱性伟晶岩型矿石初步可选性实验样,试验结果表明,矿石易选,铈、铈等中重稀土元素含量高于国内外同类矿床。同年,圈定控制含矿带长度增加到2600 m,宽度增至500 m,肯定了牦牛坪为一大型易选稀土矿床。经混合矿石小型工艺流程试验和Ⅲ号低品位细网脉状花岗岩型矿石初步可选性试验样品,精矿品位和回收率均在60%以上,进一步肯定了矿床的工业价值。至1994年3月,四川省地质矿产勘查开发局109地质队完成了牦牛坪稀土矿区的普查工作(局部详查),提交了《四川省冕宁县牦牛坪稀土矿区普查地质报告》,较系统地总结了稀土矿的成矿地质条件、控矿因素、矿化特征。

1995年,四川省地质矿产勘查开发局109地质队在普查(局部详查)的基础上,进行地质勘探工作。至2001年3月,四川省地质矿产勘查开发局109地质队完成牦牛坪稀土矿北段19~43线勘探,分别提交了矿区19~35线和35~43线稀土矿资源/储量报告。

2. 德昌大陆乡稀土矿

20世纪90年代四川省地质矿产勘查开发局物探队,在德昌县大陆乡一带开展1:5万化探扫面工作,肯定了1:20万盐边幅(6/乙1)化探异常存在,并指出该异常可能与稀土成矿有关,在异常区重砂矿物中见有氟碳铈矿、重晶石等。1994年,四川省地质矿产勘查开发局109地质队进行Ⅱ级异常查证时发现了该稀土矿,至1998年完成普查野外工作,1999年11月提交了《四川省德昌县大陆乡稀土矿区普查地质报告》,估算了REO资源量,矿床规模达大型。

(三)2007 年至 2014 年

这一时期主要是在原有矿山进行储量核实和补充勘查工作。

2007 年,四川地质矿产勘查开发局 109 地质队应四川省冕宁县稀土矿产资源整合指挥部委托,对牦牛坪稀土矿区的 19~75 勘探线范围内的稀土矿进行资源储量核实工作,并提交了《四川省冕宁县牦牛坪稀土矿区稀土储量核实报告》。同时对矿区的钼矿资源进行了调查,大致圈定钼矿体 4 个。2009 年四川江铜稀土有限责任公司为满足矿山开采设计需要,委托四川省地质矿产勘查开发局 109 地质队承担对牦牛坪稀土矿区南段(43~75 勘探线范围内)进行补充地质勘探工作,于 2010 年初提交了《四川省冕宁县牦牛坪稀土矿区勘探地质报告》。

2007 年四川省核工业地质局二八一大队,对德昌县大陆乡稀土矿区开展储量核实工作,并提交了《四川省德昌县大陆槽稀土矿资源储量核实报告》。2012 年 6 月至 2014 年 4 月四川省地质矿产勘查开发局 109 地质队受西昌志能实业有限责任公司委托对大陆乡③号体进行储量核实工作,并提交了《四川省德昌县大陆槽稀土矿区③号矿体资源储量核实报告》。

2008 年 9 月至 2009 年 6 月,四川省地质矿产勘查开发局 109 地质队受四川冕宁矿业有限公司的委托组织实施三岔河稀土矿区的稀土矿资源储量核实工作,提交了《四川省冕宁县三岔河稀土矿区稀土矿资源储量核实报告》。2011 年 9 月至 2012 年 8 月,四川冕宁矿业有限公司委托四川省地质矿产勘查开发局 109 地质队对四川省冕宁县三岔河矿区进行储量核实工作。在三岔河稀土矿区采矿权范围内圈出 17 个矿体,对其中的 3 号、4 号、9 号矿体进行了较为系统的地表工程揭露和钻孔控制,并提交了《四川省冕宁县三岔河矿区稀土矿资源储量核实报告》。

2010 年,四川省地质矿产勘查开发局 404 地质队对冕宁县里庄羊房沟稀土矿区进行了储量核实工作,并进行了大量的地勘工作,提交了《四川省冕宁羊房沟稀土矿资源储量核实报告》。2012 年,北京市地质矿产勘查开发总公司四川分公司再次对该矿进行了储量核实工作,并依据四川省地质矿产勘查开发局 404 地质队采集的地表槽探及深部坑探工程的数据对采矿权矿体进行了资源/储量估算,再次提交了《四川省冕宁县羊房沟稀土矿资源储量核实报告》。

2010 年四川省地质矿产勘查开发局 404 地质队对冕宁县木洛稀土矿进行储量核实工作,并提交了储量核实报告。

经过矿山储量核实和补充勘查工作,四川省稀土资源大幅增加,比如冕宁县牦牛坪稀土矿资源量在原有的基础上增加了近一倍,冕宁县里庄羊房沟稀土矿由小型变为中型,冕宁县三岔河稀土矿资源量在原有的基础上增加了近三倍。由此,巩固了四川省稀土矿在全国的重要地位,为四川省稀土资源基地的建设和稀土产业链的形成提供了资源保证。

二、开发利用概况

四川省稀土开发利用始于1989年,四川省地质矿产勘查开发局109地质队与冕宁县等合作,对牦牛坪轻稀土矿进行试探性的开采。经过20多年的发展,初步形成集采选、分离及深加工为一体的稀土产业链。稀土矿的开采、分解、冶炼及深加工企业以冕宁为中心,逐渐向外延伸、辐射,全省形成冕宁—西昌、乐山—邛崃—峨边、成都周边三片稀土产业区。

稀土矿山分布于攀西地区凉山州,大部分在该州冕宁县境内,次为德昌县。主要开采矿区为冕宁县牦牛坪矿区,次为冕宁县三岔河矿区、木洛(郑家梁子、碉楼山)矿区、羊房沟矿区及德昌县大陆乡矿区等。

2005年以前,稀土开发一度非常混乱,采选企业多达100多户,多是小规模洞采,开采不规范、采富弃贫、回采率低、互相争矿、废渣随意堆放等问题突出,稀土资源和矿山环境均受到很大破坏。2005年以后,国家、省、州、县先后采取了一系列措施,对以牦牛坪为主的稀土矿业秩序进行了大规模综合整治,取得显著效果,矿山企业逐步整合,稀土矿业秩序日益好转,矿山全部改为露天开采,采矿回采率大幅提升;选矿工艺水平也大幅改进提高。尤其2007年4月开始的整顿整合,关停了大部分小型矿山企业,至2009年,稀土矿山企业整合为18个(中型1个、小型7个、小矿10个)。稀土分离、冶炼及深加工也得到了快速发展。

2010年,国土资源部将三岔河矿区、牦牛坪矿区、碉楼山矿区和郑家梁子矿区列为矿产资源开发整合重点矿区,以实现稀土矿产的整体开发、规模开发和有序开发。根据四川省相关规划要求,至2011年6月,凉山州稀土采矿权由18宗整合为7宗,基本改变了稀土矿山“小、散、乱、差”和乱挖、乱采的混乱局面,为实现四川省稀土矿产资源的集约化、有序化、规模化开采奠定了基础。

稀土矿分离的湿法冶炼始于1993年,由包头引进技术,采用化学法分解稀土矿生产氧化铈和氯化稀土;1995年,建立了第一条萃取分离生产线,到2007年湿法冶炼企业发展到15家。

深加工应用方面,在农用稀土、稀土金属及合金、稀土磁性材料、发光材料、光学材料、催化材料、电子材料、环保及防腐材料等领域特别是新材料领域都有不同程度发展。

2011年《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》颁布以来,稀土行业在资源保护、产业结构调整、应用产业发展、创新能力提升、管理体系建设等方面取得积极进展,行业发展质量迈上了新台阶。四川省围绕资源地建成凉山资源开采和冶炼分离基地;围绕消费市场建成成都稀土应用产业基地。

第二节 四川省稀土矿成因类型

矿床成因类型分类是对矿床研究的高度概括。袁见齐等(1985)提出一级划分为内生矿床、外生矿床、变质矿床、叠生矿床四大类,二级(固体矿产)划分为岩浆矿床、伟晶岩矿床、接触交代(夕卡岩)矿床、热液矿床、火山成因矿床、风化矿床、沉积矿床、接触变质矿床、区变质矿床、混合岩化矿床、层控矿床等 11 类。

《稀土矿产地质勘查规范》(DZ/T0204-2002)将我国稀土矿床分为超基性-基性岩系列包括超基性岩型、碳酸岩型、基性岩型;碱性岩系列包括霓霞正长岩型、正长岩-碳酸岩型、伟晶岩型、热液脉型;花岗岩系列包括花岗岩型、伟晶岩型、石英脉型;变质岩系列包括混合岩型、碳酸岩型;风化壳系列包括花岗岩风化壳型、混合岩化风化壳型、火山岩风化壳型;机械沉积系列包括碎屑岩型、残坡积型、冲积型、滨海砂矿;化学-生物化学沉积系列包括磷块岩型、铁质岩型、有机岩型共 7 大系列 22 个类型。

《中国稀土矿床成矿规律》(袁忠信等, 2012)把全国稀土矿床分为内生矿床、外生矿床、变质矿床三大类,包括岩浆-热液型、碱性超基性岩型、正长岩型、碱性花岗岩型、钙碱性花岗岩型、伟晶岩型、沉积岩型、砂矿型、风化壳离子吸附型、浅粒岩-变粒岩型、混合岩-混合花岗岩型 11 个亚类型。

对于牦牛坪式稀土矿的成因不同的学者有不同的认识,有岩浆-热液型、碱性杂岩型、碱性岩-碳酸岩型等。根据笔者认识,牦牛坪式稀土矿成因与岩浆-热液充填作用更为明显,偏向于岩浆-热液成矿。

参照《中国稀土矿床成矿规律》划分方案和《稀土矿产地质勘查规范》(DZ/T0204-2002),四川省稀土矿成因类型可划分为牦牛坪式岩浆热-液型、沉积型、伟晶岩型、第四系砂矿型、火山岩型和离子吸附型等 6 种类型。

第三节 四川省稀土资源特点

在四川稀土矿的 6 种成因类型中,仅牦牛坪式岩浆-热液型轻稀土矿为独立矿床,已开发利用。沉积型、伟晶岩型、第四系砂矿型、火山岩型为其他矿产的共伴生矿,这 4 种类型以及离子吸附型这 5 种类型规模小,且品位低,基本未开发利用。

一、地理分布及规模

包括其他矿产伴生稀土矿,按主矿种规模小型以上,四川省共有稀土矿产地 39 处(图 1-1,表 1-1)。牦牛坪式岩浆-热液型轻稀土矿是四川省稀土矿资源最主要的稀土矿产类型,也是省内目前唯一独立的具工业价值稀土矿类型,集中分布于凉山州的冕宁县

和德昌县，形成南北长约 150 km 的稀土成矿带和集中分布区，共有产地 10 处，包括大型矿床 2 处、中型矿床 3 处、小型矿床 3 处、矿点 2 处。此外，在攀西地区凉山州的西昌市、德昌县、会理县和攀枝花市的米易县以及德阳市的什邡市、绵竹市，绵阳市的安县等地也有零星稀土矿分布，但多数为与其他矿伴生，品位较低，或规模较小，无查明资源量。

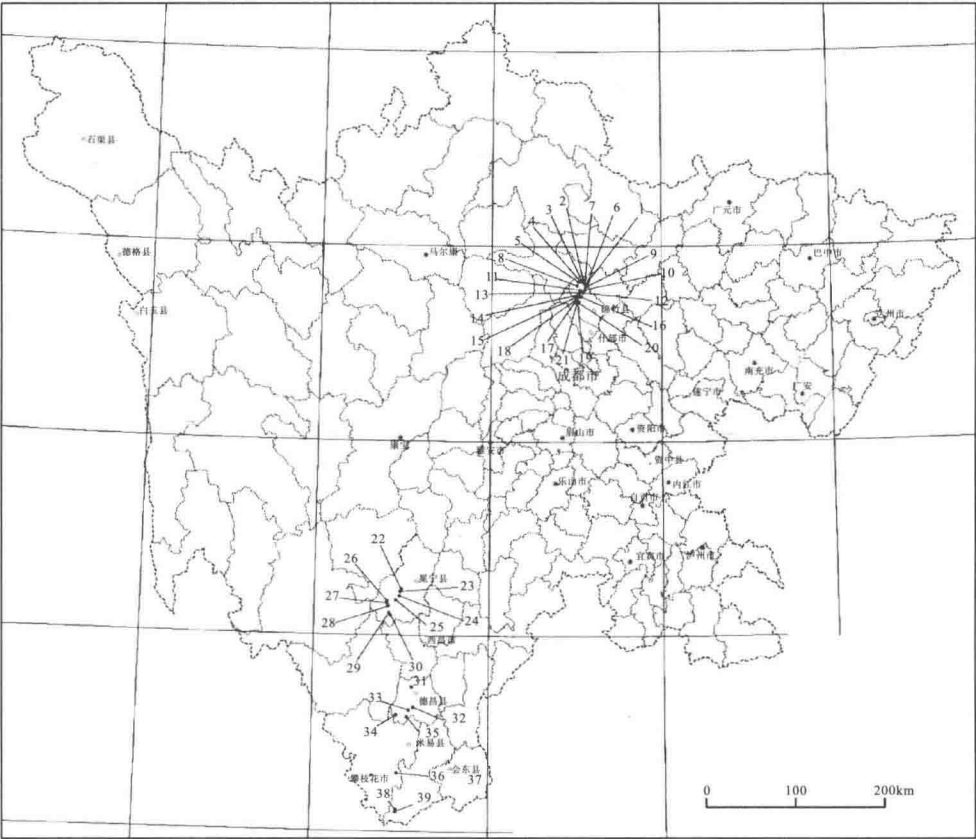


图 1-1 四川省稀土矿产地分布示意图

表 1-1 四川稀土矿产地简表

编号	矿产地名称	成因类型	成矿时代 (期次)	主矿种	主矿种 规模	稀土类型
1	安县石笋梁子	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	中型	磷矿伴生轻、重稀土
2	绵竹市板棚子石笋西	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	中型	磷矿伴生轻、重稀土
3	绵竹市板棚子黄土坑	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	中型	磷矿伴生轻、重稀土
4	绵竹市板棚子三星岩	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	小型	磷矿伴生轻、重稀土
5	绵竹市杨家沟	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	小型	磷矿伴生轻、重稀土
6	安县南天门	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	中型	磷矿伴生轻、重稀土
7	绵竹市红绸	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	小型	磷矿伴生轻、重稀土
8	绵竹市长河坝	什邡式沉积型	泥盆纪	磷矿	中型	磷矿伴生轻、重稀土