

四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书(8)



四川省重要非金属矿产成矿规律

(磷、硫、芒硝、石墨、钾盐)

SICHUANSHENG ZHONGYAO FEIJINSHU KUANGCHAN CHENGKUANG GUIlü
(LIN/LIU/MANGXIAO/SHIMO/JIAYAN)

郭强 马红熳 胡朝云 等 编著
赖贤友 李斌斌 朱旭



科学出版社

四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书(8)

四川省重要非金属矿产成矿规律 (磷、硫、芒硝、石墨、钾盐)

郭 强 马红熋 胡朝云 等 编著
赖贤友 李斌斌 朱 旭

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书利用四川省矿产资源潜力评价成果,并参考有关资料,总结四川省具有比较优势的磷、硫、芒硝、石墨、钾盐等非金属矿产的主要特征。对各矿种不同类型的典型矿床和代表性矿床的地质矿产特征、成矿模式和成矿规律进行介绍,初步建立矿床成矿模式,重点突出各非金属矿床类型的共同特征及关键成矿地质条件,在此基础上,总结各非金属矿床的成矿规律,具有比较重要的理论和实践意义。

本书可供从事地质工作的生产、科研和教学人员,特别是在四川从事非金属矿产地质工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

四川省重要非金属矿产成矿规律:磷、硫、芒硝、石墨、
钾盐 / 郭强等编著. —北京:科学出版社, 2016.3
(四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书)
ISBN 978-7-03-047963-1

I. ①四… II. ①郭… III. ①非金属矿床-成矿规律-四川
省 IV. ①P619.204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 063243 号

责任编辑:张 展 罗 莉 / 责任校对:王 翔
责任印制:余少力 / 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

*

2016年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年6月第一次印刷 印张:14 3/4

字数:345千字

定价:99.00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

四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书(8)

四川省重要非金属矿产成矿规律 (磷、硫、芒硝、石墨、钾盐)

郭 强 马红熳 胡朝云

赖贤友 李斌斌 朱 旭

张 君 范敏莉 肖 懿

张 萍 黄与能 杨 奎

竹云波 吴甫元 廖阮颖子

宋俊琳 宋如岗 李文武

谭 煜 夏文俊 李晓娥

邱 帆 黄春燕

前 言

2007~2013 年,“四川省矿产资源潜力评价”项目对铁、锰、煤、铜、铅、锌等 21 个矿种进行了综合研究和潜力预测,其中,包括磷、硫、芒硝、石墨、钾盐(硼)等非金属矿种,它们也是四川省具有比较优势的矿种。本书以该项目磷、硫、芒硝、石墨、钾盐(硼)等单矿种矿产资源潜力评价成果为基础,补充有关资料,对各矿种的典型矿床和区域成矿规律进行综合整理而成。

四川省磷矿仅为全国查明资源储量的 8.5%,但磷矿在四川省矿产资源中占据比较重要的地位,具有分布相对集中、成群成带产出的特点。

四川省硫铁矿分布广泛,是我国重要的硫铁矿产地之一。四川硫铁矿资源量占全国的 16.84%,排名第一位,但是高品位热液型硫铁矿查明资源储量所占比例极小,大量的矿石以中低品位为主,且多与煤、铁、铅、锌、铜等矿种共、伴生,特别是与煤共生的硫铁矿占全省查明硫铁矿资源量的 95%以上。

四川省芒硝资源十分丰富、储量大、矿床集中,是四川省优势矿产之一。四川查明的芒硝资源量占全国的 71.21%,居全国第一位。

四川省石墨矿产分布集中、质量优良,矿石类型以晶质鳞片石墨为主,四川晶质石墨在全国查明资源储量中排第二位。

中国是相对缺钾的国家,我国以现代盐湖钾盐为主。四川拥有的主要是含钾卤水和固体钾盐矿,钾盐是四川省具有特色的一类矿产。

本书按矿种分为 5 章,各章分别对硫、磷、芒硝、石墨、钾盐等 5 个矿种资源概况、典型矿床、区域成矿规律进行介绍和总结。

第一章磷矿由郭强、赖贤友、朱旭执笔统纂;参加磷矿资源潜力评价、提供相关资料的有郭强、张君、赖贤友、马红慢、刘应平、张建东、李斌斌、范敏莉、孙渝江、徐韬、李明雄、黄与能。

第二章硫铁矿由郭强、赖贤友、李斌斌执笔统纂;参加硫矿资源潜力评价、提供相关资料的有郭强、杨奎、李斌斌、竹云波、吴甫元、廖阮颖子、宋俊琳、宋如岗、李文武、谭煜、夏文俊、李晓娥、邱帆、黄春燕。

第三章芒硝由郭强、李斌斌执笔统纂;参加芒硝矿资源潜力评价、提供相关资料的有郭强、夏文俊、李斌斌、竹云波、杨奎、谭煜、曹新群。

第四章石墨由郭强、李斌斌执笔统纂;参加石墨矿资源潜力评价、提供相关资料的有冉启瑜、张加飞、廖阮颖子、许家斌、胡毅、宋俊林、陈东国、杨先光、任东昌、田

喜朴、张大春、冯波、黄曦。

第五章钾盐由马红熲、胡朝云执笔统纂；参加钾盐矿资源潜力评价、提供相关资料的有赖贤友、肖懿、马红熲、张萍、黄与能、张建东、文辉、孙渝江、杨阳、杨荣、王静、刘应平、周雪梅、李明雄、刘啸虎。

全书由郭强、马红熲、胡朝云统纂定稿。

本书在各单矿种成果报告的基础上，经补充部分资料提炼而成，是集体劳动成果的结晶。参加《四川省磷矿资源潜力评价成果报告》编写的有郭强、张君、赖贤友、马红熲、刘应平、张建东、李斌斌、范敏莉、孙渝江、徐韬、李明雄、胡世华、黄与能。参加《四川省硫矿资源潜力评价成果报告》编写的有郭强、杨奎、李斌斌、竹云波、吴甫元、廖阮颖子、宋俊琳、宋如岗、李文武、谭煜、夏文俊、李晓娥、胡世华、张建东、刘应平、马红熲、赖贤友、孙渝江、徐韬、李明雄、黄与能、邱帆、黄春燕。参加《四川省芒硝资源潜力评价成果报告》编写的有郭强、夏文俊、李斌斌、竹云波、杨奎、谭煜、马红熲、李明雄、赖贤友、张建东、文辉、孙渝江、黄与能、胡世华、刘应平、曹新群。参加《四川省石墨矿单矿种资源潜力评价成果报告》编写的有冉启瑜、张加飞、廖阮颖子、许家斌、胡毅、宋俊林、陈东国、杨先光、任东昌、田喜朴、张大春、胡世华、张建东、刘应平、马红熲、赖贤友、孙渝江、徐韬、李明雄、黄与能、冯波、黄曦。参加《四川省钾盐资源潜力评价成果报告》编写的有赖贤友、肖懿、马红熲、张萍、黄与能、张建东、文辉、孙渝江、杨阳、杨荣、王静、刘应平、周雪梅、胡世华、李明雄、刘啸虎。

“四川省矿产资源潜力评价”项目得到了国土资源部、中国地质调查局、全国矿产资源潜力评价项目办公室、西南矿产资源潜力评价项目办公室、四川省国土资源厅、四川省地质矿产勘查开发局、四川省冶金地质勘查局、四川省煤田地质局、四川省化工地质勘查院等单位领导和同仁的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！本书为“四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书”之一，希望通过对四川省主要非金属矿产的总结，有利于矿产资源潜力评价工作成果推广应用。作者虽然力求全面、系统地总结磷、硫、芒硝、石墨、钾盐等矿种成矿规律，但由于时间和水平所限，难免存在谬误之处，有的认识还很肤浅，某些问题还有待深入研究，敬请各位专家和同仁不吝赐教、批评指正！

目 录

第一章 磷矿	1
第一节 四川省磷矿资源概述	1
一、主要磷矿矿产地规模	1
二、已查明资源量及地理分布	7
三、四川磷矿资源特点	9
四、磷矿勘查概况	10
第二节 磷矿类型	11
一、磷矿床类型划分	11
二、四川磷矿床类型	11
三、沉积型磷矿基本特征	17
第三节 典型矿床及成矿模式	27
一、昆阳式磷矿	27
二、什邡式磷矿	32
三、汉源式磷矿	41
四、清平式磷矿	48
第四节 四川省磷矿成矿规律	53
一、成矿地质背景	53
二、磷矿的空间分布	56
三、磷矿的时间分布	61
第二章 硫矿	64
第一节 四川省硫矿资源概述	64
一、主要硫铁矿矿产地及规模	64
二、已查明资源量及地理分布	69
三、四川硫铁矿资源特点	71
四、硫矿资源勘查概况	72
第二节 硫铁矿类型	74
一、硫铁矿矿床类型划分	74

二、四川硫铁矿类型	75
三、主要硫铁矿基本特征	77
第三节 典型矿床及成矿模式	79
一、叙永式硫铁矿	79
二、杨家院式硫铁矿	86
三、打字堂式硫铁矿	91
第四节 四川省硫铁矿成矿规律	96
一、成矿地质背景	96
二、硫铁矿的空间分布	98
三、硫铁矿的时间分布	102
 第三章 芒硝	105
第一节 四川省芒硝资源概述	105
一、主要芒硝矿产地及规模	105
二、已查明资源量及地理分布	108
三、四川芒硝资源特点	109
四、芒硝资源勘查简况	111
第二节 芒硝矿类型	112
一、芒硝矿床类型划分	112
二、四川省芒硝矿床类型	112
三、新津式芒硝矿基本特征	115
第三节 典型矿床和代表性矿床	124
一、彭山农乐邓庙晚白垩世芒硝矿床	124
二、新津金华晚白垩世芒硝矿床	129
三、洪雅联合始新世芒硝矿床	132
四、成矿模式	137
第四节 四川省芒硝矿成矿规律	141
一、成矿地质背景	141
二、芒硝矿空间分布	142
三、芒硝矿时间分布	145
 第四章 石墨	148
第一节 四川省石墨资源概述	148
一、主要石墨矿产地及规模	148
二、已查明资源量及地理分布	150

三、四川省石墨资源特点	152
四、石墨资源勘查概况	152
第二节 石墨矿床类型	153
一、石墨矿床类型划分	153
二、四川石墨矿床类型	154
三、主要类型的基本特征	154
第三节 典型矿床成矿模式	157
一、中坝式石墨矿	157
二、坪河式石墨矿	162
第四节 四川省石墨矿成矿规律	167
一、成矿地质背景	167
二、石墨矿空间分布	168
三、石墨矿时间分布	170
 第五章 钾盐	173
第一节 四川省钾盐资源概述	173
一、主要钾盐矿产地	173
二、钾盐资源及分布	174
三、四川钾盐矿资源特点	175
四、钾盐勘查概况	176
第二节 钾盐矿类型	176
一、钾盐矿床类型划分	176
二、四川钾盐矿类型	177
三、四川钾盐矿基本特征	178
第三节 典型矿床及成矿模式	183
一、渠县农乐杂卤石矿	183
二、自贡市邓井关地下卤水钾盐矿	192
第四节 四川省钾盐矿成矿规律	203
一、成矿地质背景	203
二、钾盐时间分布	208
三、钾盐空间分布	209
四、成钾机制分析	211
五、找钾方向探讨	213
 参考文献	216

第一章 磷 矿

磷矿主要由磷灰石组成，其主要用途为制造磷肥，也是重要的化工原料。世界上磷矿资源主要分布在摩洛哥、中国、南非、美国等国家，中国磷矿储量居世界第二位(矿产资源工业要求手册编委会，2010)。据《中国矿产资源报告 2014》，截至 2014 年年底，中国探明磷矿资源量 214.5 亿吨。

第一节 四川省磷矿资源概述

磷矿是四川省优势矿产之一，据《四川省矿产资源年报》，截至 2014 年年底，四川省查明磷矿资源储量 26.2 亿吨，在全国排第 4 位。

一、主要磷矿产地规模

4

1. 磷矿床数量

根据《四川省矿产资源年报》，截至 2014 年年底，四川省共有磷矿上表矿区 86 个。根据“全国矿产资源利用现状调查”、《四川省磷矿资源潜力评价成果报告》(郭强等，2011)等资料，合并同一矿床内不同矿山，补充未上表单元及闭坑矿床，统计有磷矿矿产地 79 个(矿床 72 个、矿点 7 个)，其成矿地质特征如表 1-1 所示。

表 1-1 四川省磷矿主要矿产地成矿特征一览表

序号	矿产地名称	规模	成因类型	成矿地质特征
1	南江县新立	小型	宁强式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组宽川铺段。矿体呈大透镜状，钻孔揭示深部已闭合。主矿体长 2 200 m，厚 0.7~3.4 m。磷块岩为砂屑/粉砂屑结构，具块状/条带状构造。矿石品位低(平均品位低于目前最低工业品位)
2	万源市杨家坝	中型	荆襄式早震旦世磷锰矿	磷锰含矿岩系为陡山沱组，区域上磷、锰交替产出，呈消长关系。受褶皱影响，矿体四次重复出露，倾角较陡。矿体呈层状/似层状，长 10 000 m，平均厚 1.31 m。磷块岩为隐晶质/胶状/微粒/团粒结构，具条带状/致密块状/薄层状构造。矿石以Ⅲ级品为主
3	绵竹市板棚子石笋西	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜北东倾没端，矿体长 450 m，延伸 1 500 m，平均厚 7.39 m。自上而下为含磷黏土岩-含磷硅质岩-硫磷铝锆矿-砾屑磷块岩。矿石以Ⅱ级品为主

续表 1

序号	矿产名称	规模	成因类型	成矿地质特征
4	绵竹市板棚子三星岩	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿体呈层状/似层状,长500 m,平均厚7.09 m。自上而下为硫磷铝锶矿-硅质磷块岩-砾屑磷块岩。磷块岩与硅质磷块岩矿石呈过渡关系,以含磷段底部砾屑磷块岩为主矿层。磷块岩为角砾状/致密/砂屑/重结晶/交代结构,具块状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮/扁豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主
5	绵竹市板棚子黄土坑	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿体呈层状/似层状,长1200 m,平均厚6 m,薄化带发育。自上而下为硫磷铝锶矿-硅质磷块岩-砾屑磷块岩,以砾屑磷块岩为主矿层。磷块岩为角砾状/致密/砂屑/重结晶/交代结构,具块状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮状/扁豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主,有Ⅰ级品
6	安县石笋梁子	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜北东倾没端,矿体呈似层状,薄化带发育,共划分出6个矿体。中东部含矿层以硅质磷块岩-含磷硅质岩组合为常见。磷块岩为角砾状/砂屑砾屑/显微晶质/重结晶/交代结构,具块状/角砾-团块状构造,偶见显微层状构造,层理不明显。矿石以Ⅱ级品为主
7	安县五郎庙	中型	清平式早寒武世磷块岩	含矿岩系为长江沟组。矿体呈层状,由断裂分割为5个矿体,Ⅳ矿体为主矿体(长1140 m,平均厚35.62 m)。胶磷矿、方解石呈粒状嵌布于岩石中,其余矿物多沿层面平行排列,矿物组分变化大。主要具致密块状构造,部分具条带状纹状构造。矿石以Ⅲ级品为主
8	绵竹市杨家沟	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜北东倾没端,磷块岩为角砾状/粉屑砂屑/显微晶质/交代结构,具块状/角砾-团块状构造,偶见显微层状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮状/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主
9	绵竹市红绸	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组(观音崖组?)。矿体呈层状、似层状产出。Ⅰ矿体长1800 m,Ⅱ矿体长1600 m,平均厚2.78 m。磷块岩为角砾状结构,具块状构造,层理不明显。矿石以Ⅱ级品为主
10	安县南天门	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜南东翼。受褶皱、王家坪逆断层及薄化区影响,分为3个矿体。Ⅴ号(主)矿体长1065 m,平均厚20.98 m。磷块岩为角砾状结构,具块状构造,底部偶见冲刷构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮状/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主
11	绵竹市长河坝	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。受五爪山逆断层影响矿体分为北西盘Ⅱ矿体(10500 m)、南东盘Ⅰ矿体(9500 m),厚2.04~15.3 m。在Ⅰ矿体南东索棚子一带,近期新发现逆断层及新矿体。工业矿体间有薄化区。磷块岩主要为角砾状/砂屑结构,次为致密/重结晶/交代结构,具块状构造为主,底部偶见角砾状构造。局部有硫磷铝锶矿。矿石以Ⅱ级品为主
12	安县祁山庙	中型	清平式早寒武世磷块岩	含矿岩系为长江沟组。受断层影响分为3个矿体,Ⅲ号(主)矿体长1220 m,平均厚20.44 m。磷矿石呈灰黑色/灰色,泥晶磷灰石以颗粒和胶结物形式出现,又可称胶磷矿。矿石为砂屑/粉砂屑/团粒/(假)鲕粒/生物碎屑结构,具致密块状构造,部分具条带状纹状。矿石以Ⅲ级品为主
13	绵竹市桃花坪	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。受断层和倒转向斜影响分为3个矿体,Ⅲ号(主)矿体长1800 m,平均厚6.94 m。磷块岩为角砾状/砂屑结构,具块状构造,底部偶见冲刷构造;硫磷铝锶矿为团絮状/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主
14	绵竹市芍药沟	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿体分为4个,最长770 m,最小200 m,厚1.00~10.82 m,平均厚4.40 m。磷块岩为角砾/砂屑砾屑/显微晶质/重结晶/交代结构,具块状/角砾-团块状构造,偶见显微层状构造,层理不明显。矿石以Ⅱ级品为主
15	绵竹市龙王庙天井沟(即火石沟)	大型	清平式早寒武世磷块岩	含矿岩系为长江沟组。矿体强烈褶皱,并受断层影响一分为二,Ⅰ号矿长6000 m,Ⅱ号矿长1780 m,厚4.40~56.85 m。磷矿石呈灰黑色及灰色。以内碎屑结构为主,砂屑结构占到95%以上,仅有少量粉屑结构,具块状构造。矿石以Ⅲ级品为主
16	绵竹市罗茨梁子	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿体长1140 m,平均厚5.86 m。矿体厚度由南向北增大,由浅至深变薄。存在两个较大薄化区。磷块岩为角砾/砂屑砾屑结构具块状/角砾-团块状构造;硫磷铝锶矿为团絮/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主

续表 2

序号	矿产地名称	规模	成因类型	成矿地质特征
17	绵竹市 王家坪 燕子崖	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段内断裂发育,常切割矿体,使褶皱残缺。矿体倾角 $60^{\circ}\sim 85^{\circ}$,长 3 250 m,平均厚 7.86 m。磷块岩为角砾状结构,具块状/角砾-团块状构造;硫磷铝锶矿为团絮/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主,磷块岩酸溶 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 28.45%、 $w(\text{SiO}_2)$ 5.34%、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 6.07%、 $w(\text{CaO})$ 35.97%、 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ 4.43%、 $w(\text{CO}_2)$ 1.62%、 $w(\text{MgO})$ 1.14%,硫磷铝锶矿碱溶 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 18.12%、 $w(\text{SrO})$ 6.15%。伴生铝、锶、稀土、碘及硫铁矿
18	绵竹市 王家坪 黑沟	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段内断裂发育,矿体长 2 400 m,平均厚 6.42 m。矿体倾角大,为 $60^{\circ}\sim 78^{\circ}$ 。含磷段由上而下为含磷黏土岩-硫磷铝锶矿-磷块岩。矿石以Ⅱ级品为主
19	绵竹市 龙王庙 烂泥沟	中型	清平式早寒武世磷块岩	含矿岩系为长江沟组,含磷段包括白云质-硅质磷块岩、碳质页岩、海绿石砂岩,长 1 140 m,平均厚 31.93 m。矿体倾角较大,为 $46^{\circ}\sim 59^{\circ}$ 。矿石矿物以(低碳)氟磷灰石为主要成分,有少部分碳氟磷灰石和氯磷灰石。矿石以Ⅲ级品为主
20	绵竹市 王家坪 邓家火地	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段内断裂发育,矿体分为两个,主矿体长 1 050 m,平均厚 11.50 m。磷块岩为角砾状/砂屑砾屑/重结晶/交代结构,具块状/角砾-团块状构造;硫磷铝锶矿为团絮状/豆状结构,具块状构造/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主
21	绵竹市 龙王庙 花石沟	中型	清平式早寒武世磷块岩	含矿岩系为长江沟组。矿体强烈褶皱,长 3 500 m,厚 6.58~16.23 m。磷矿石呈灰黑色/灰色,泥晶磷灰石以颗粒和胶结物形式出现,又可称胶磷矿。为砂屑/粉砂屑/团粒/(假)鲕粒/生物碎屑等结构,具致密块状构造,部分为条带条纹状构造。矿石以Ⅲ级品为主
22	绵竹市 王家坪 丝瓜架	小型	什邡式泥盆纪磷块岩	龙门山基底逆推带/龙门后山基底推覆带。龙门山一大巴山成矿带/安县-都江堰成矿带。含矿岩系为沙窝子组。隐伏矿床,处于大水闸背斜南东翼。矿体长 1 000 m,平均厚 5.68 m。含磷段由上而下为含磷黏土岩-硫磷铝锶矿-磷块岩
23	绵竹市 王家坪 马家坪	大型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。受倒转背斜影响,正翼倾角较缓反翼较陡,31线以西矿体逐渐呈单斜层状产出。矿体长 3 820 m,平均厚 9.66 m。磷块岩为角砾/砂屑砾屑结构,具块状/角砾-团块状构造,偶见显微层状构造;硫磷铝锶矿为团絮状/豆状/粉屑砂屑结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主,磷块岩酸溶 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 28.28%、 $w(\text{SiO}_2)$ 4.05%、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 5.7%,硫磷铝锶矿碱溶 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 16.02%、 $w(\text{TS})$ 8.23%。伴生铝、锶、稀土、碘
24	绵竹市 英雄崖	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。受地形、断层切割,分为北、南两个矿段。矿体内有薄化及尖灭区,南矿段(主矿体)长 3 680 m,平均厚 3.9 m,走向为东西向-北东向。磷块岩为角砾/砂屑砾屑结构,具块状/角砾-团块状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮/豆状/粉屑砂屑结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅲ级品为主
25	什邡市 岳家山	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿体倾角 $70^{\circ}\sim 85^{\circ}$,长 4 525 m,厚 0.14~40.00 m,平均厚 8.19 m。磷块岩为角砾状结构,具块状、角砾-团块状构造,偶见显微层状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮状结构,具块状构造/层状构造。矿石以Ⅰ级品为主
26	绵竹市 马槽滩 河东	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜南东翼。受倒转背斜影响形成正反两层矿。矿体底板起伏不平,形态及厚度变化大。正层矿长 2 289 m,平均厚 8.06 m。磷块岩和硫磷铝锶矿共生。磷块岩为角砾结构,具块状构造。矿石以Ⅱ级品为主
27	绵竹市 马槽滩 兰家坪	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜南东翼。矿体倾角 $15^{\circ}\sim 55^{\circ}$,长 1 600 m,平均厚 6.00 m。受倒转背斜控制隐伏矿床正翼缓,反翼陡,并形成正反两层矿,均有一定规模,其中正层矿形态较为复杂。磷块岩为角砾状结构,具块状/角砾-团块状构造,层理不明显。矿石以Ⅱ级品为主
28	什邡市 马槽滩河西 (闭坑)	中型	什邡式泥盆纪磷块岩	含矿岩系为沙窝子组。矿段处于大水闸背斜南东翼。矿体倾角 $11^{\circ}\sim 20^{\circ}$,长 1 350 m,平均厚 6.81 m。受倒转背斜影响形成正反两层矿,正层矿规模较大。磷块岩为角砾/砂屑砾屑结构,块状/角砾-团块状构造,层理不明显;硫磷铝锶矿为团絮/豆状结构,具块状/层状构造。矿石以Ⅱ级品为主

续表 3

序号	矿产地名称	规模	成因类型	成矿地质特征
29	峨眉山市 高桥大峨寺 (闭坑)	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$, 长 550 m, 平均厚 3.35 m。矿石以Ⅲ级品为主
30	峨眉山市 九老碛 (闭坑)	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $0^{\circ}\sim 12^{\circ}$, 长 900 m, 平均厚 2.25 m。矿石以Ⅲ级品为主
31	峨眉山市 高桥麦地坪 (闭坑)	矿点	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $35^{\circ}\sim 45^{\circ}$, 长 485 m, 平均厚 2.61 m。矿石以Ⅲ级品为主
32	峨眉山市 大石板 (闭坑)	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $0^{\circ}\sim 23^{\circ}$, 长 700 m, 平均厚 1.8 m。矿石以Ⅲ级品为主
33	峨眉山市 小坪子 (闭坑)	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $0^{\circ}\sim 17^{\circ}$, 长 600 m, 平均厚 1.6 m。矿石以Ⅲ级品为主
34	乐山市 金口河 老汞山	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/峨眉山断块。上扬子中东部成矿带/汉源—甘洛—峨眉成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $11^{\circ}\sim 13^{\circ}$, 长 2 700 m, 平均厚 2.79 m。矿石以Ⅲ级品为主
35	汉源县 万里 椅子山	中型	汉源式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。矿体倾角 $9^{\circ}\sim 43^{\circ}$, 长 6 500 m, 厚 7.36~9.83 m。呈层状产出, 西部受断层影响, 矿层重复出露, F8 断层以东为主矿体。属磷钾复合矿石, 磷矿物为胶磷矿, 正长石微斜长石是主要含钾矿物。矿石呈灰黑色, 为假鲕/鲕状/生物碎屑/粒状结构, 具块状/条带状构造。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 22.19%, 伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 2.49%~4.08%
36	汉源县 富泉	大型	汉源式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。矿体倾角 $0^{\circ}\sim 25^{\circ}$, 长 8 000 m, 平均厚 9.81 m。含钾磷矿为层状(中矿层)/似层状(上矿层), 全矿区发育上、中矿层, 以中矿层为主矿层。磷块岩为假鲕/碎屑状结构, 具块状/条带状/条纹状/角砾状构造。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 12.89%, 伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 6.93%
37	汉源县 水桶沟	大型	汉源式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。北部为向斜构造, 南部为单斜构造。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 18.49%, 伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 3.66%
38	汉源县 市荣	中型	汉源式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。矿体倾角 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 长 2 500 m, 平均厚 6.38 m。发育中、下矿层, 以中矿层为主矿层。磷块岩为砂屑结构, 次为生物砂屑结构, 具条带/条纹状/块状构造。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 11.69%, 伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 4.44%~5.72%
39	甘洛县 大桥乡	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $2^{\circ}\sim 14^{\circ}$, 长 4 375 m, 厚 0.57~3.59 m, 平均厚 1.45 m。矿石以Ⅱ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 8.96%~36.56%, 平均 24.87%。伴生碘
40	峨边县 万家坪	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	扬子陆块南部碳酸盐台地/叙永—筠连叠加褶皱带。上扬子中东部成矿带/昭觉—峨边—长宁成矿带。含矿岩系为灯影组麦地坪段
41	峨边县 华竹沟	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。单一层状矿体, 平均厚 1.85 m。矿石以Ⅲ级品为主, 地表 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 29.36%, 深部 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 20.03%
42	峨边县 锣鼓坪	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体长 800 m, 平均厚 5.66 m, 层位稳定、连续性好, 可分为上、中、下三个分层。磷块岩为砾屑/砂屑凝胶/鲕粒状结构, 具块状/条带状/斑点状构造。矿石以Ⅱ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 29.87%, $w(\text{MgO})$ 2.3%, 酸不溶物 13.9%
43	峨边县 大竹坝	小型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角 $45^{\circ}\sim 54^{\circ}$, 厚 1.02~2.12 m。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 18.96%
44	峨边县 阿力哈别	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体长 1 400 m, 厚 3.5~3.8 m, 层位稳定。矿石以Ⅰ、Ⅱ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 32%
45	马边县 陈子岩	中型	昆阳式早寒 武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。有两层矿, 受构造影响分为 3 个矿段, 长 1 120~3 000 m, 厚 1.15~2.20 m。矿石以Ⅲ级品为主, 磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 19.70%

续表 4

序号	矿产地名称	规模	成因类型	成矿地质特征
46	马边县六股水	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。有两层矿，分为上、下(主)矿层。受断裂影响又分为3个矿段，Ⅰ矿段长1 200 m，平均厚5.79 m；Ⅱ矿段长650 m，平均厚5.01 m；Ⅲ矿段长2 700 m，平均厚6.49 m。磷块岩为胶状/粒屑结构，具块状/条纹/条带状构造。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 23.67%
47	马边县拟科角	中型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体顺层产出，厚2.09~5.45 m，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 17.7%~25.77%。矿石以Ⅲ级品为主， $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 平均19.50%
48	甘洛县则洛	中型	汉源式早寒武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。矿体长9 800 m，平均厚2.81 m。分上、下矿层，上矿层为主矿层，呈似层状，下矿层呈透镜状。磷块岩为细粒砂状/假鲕状/角砾状/生物碎屑结构，具块状/条带/条带状构造。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 14.62%，伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 4.92%~5.55%
49	越西县顺河	中型	汉源式早寒武世磷块岩	含矿岩系为筇竹寺组。矿体倾角30°~44°，长4 000 m，平均厚1.48 m。分上、下矿层，上矿层为主矿层。磷块岩为中粒/细粒结构，具条带条纹状/块状构造。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 14.64%，伴生钾 $w(\text{K}_2\text{O})$ 4.07%
50	马边县老河坝二坝	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角35°~42°。分为两个矿层，Ⅰ矿层长4 130 m，平均厚5.12 m，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 24.59%；Ⅱ层矿长1 500 m，平均厚7.42 m，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 25.59%。磷块岩为砂屑/砂屑凝胶/砂屑粉至细晶结构，具致密块状/豆荚状/条纹条带状/多孔状/粉状构造。矿石以Ⅱ级品为主
51	马边县老河坝铜厂埂勘探区	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角18°~24°，长3 300 m，平均厚10.82 m。矿石有Ⅰ、Ⅲ级品，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 24.09%
52	马边县老河坝铜厂埂磷采区	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体埋深0~420 m，倾角14°~23°，长度700 m，平均厚12.61 m。矿石有Ⅰ、Ⅲ级品
53	马边县老河坝铜厂埂磷采区	中型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角18°~30°，长1 475 m，平均厚17.26 m。矿石以Ⅲ级品为主
54	马边县暴风坪补衣作磷采段	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角13°~34°，长2 500 m，平均厚12.61 m。矿石有Ⅰ、Ⅲ级品
55	马边县暴风坪补衣作磷采区	中型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体埋深0~100 m，倾角24°~26°，长度540 m，厚度13.14 m。磷块岩矿石，Ⅲ级品为主
56	马边县老河坝暴风坪	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体呈层状产出，有上、下两层矿，下矿层(主矿层)长3 230 m，平均厚10.58 m。矿石工业类型为硅镁质/镁质磷块岩。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 23.76%，酸不溶物7.53%， $w(\text{MgO})$ 6.99%
57	马边县暴风坪阿罗觉巴	小型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体倾角5°~65°，长460 m，平均厚12.98 m。矿石有Ⅰ、Ⅲ级品
58	马边县老河坝哈罗罗	中型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。矿体平均厚13.94 m。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 23.09%
59	马边县分银沟	矿点	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。位于银沟背斜中部，有1~2层矿，呈透镜状，平均厚1.5 m。磷块岩为条带状构造。矿石以Ⅲ级品为主，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 18.73%
60	马边县麦子坪	大型	昆阳式早寒武世磷块岩	含矿岩系为灯影组麦地坪段。位于大院子(矿点)南方，受断层影响，分南、北矿段，南矿段长1 400 m，厚9.62~11.91 m，磷块岩 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 22.46%；北矿段长1 350 m，平均厚6.88 m， $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 22.36%。磷块岩为砂屑微晶/粉晶结构，具致密块状/条纹/条带状构造。矿石以Ⅲ级品为主