

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产

第 5 号

四川红格钽钛磁铁矿床
成矿条件及地质特征

四川省地质矿产局攀西地质大队

地质出版社

P
406
141-1
5

中华人民共和国地质矿产部

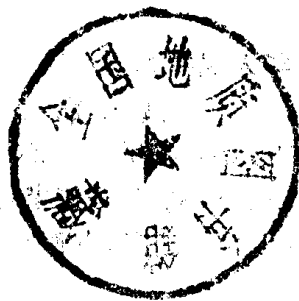
地质专报

DZ04/30

四 矿床与矿产 第5号

四川红格钒钛磁铁矿床 成矿条件及地质特征

四川省地质矿产局攀西地质大队



517104



CS000 13644

地质出版社

内 容 提 要

本书是在四川红格钒钛磁铁矿床地质研究报告的基础上编写完成的。书内综合分析了1967—1980年间前人取得的地质勘探和科研资料,特别搜集研究了1980年以来有关的论述和测试结果,并作了一些补充性和验证性的实际工作,从而获得此一成果。

本书尝试运用板块构造和时空观点,从地质学、岩石学和岩石化学、矿物学、同位素地质学、热力学、遥感、地球物理、地球化学、稀土和痕量元素特征等方面,不同程度地对矿床所在区域地质背景、矿田、含矿岩体、矿床的构造控制条件、成矿远景以及岩浆的形成、演化、分异韵律层等成岩成矿机制进行了多方面的探讨;简述了矿石、矿物组分的主要特征,总结了找矿标志,并提出今后找矿方向和科研工作的意见。

本书通过实践和理论相结合,弥补了只从某一学科角度研究矿床的局限性。涉猎了众多的领域,致力于将各学科的结论统一于一个论证系统,从而得出了比较明确的结论。对攀西地区、红格矿田钒钛磁铁矿床的成岩成矿理论等问题,大胆地提出了新的观点。

本书可供从事普查找矿、地质勘探、地质与矿床学科研和教学工作等各方面事业人员参考

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

四 矿床与矿产 第5号

四川红格钒钛磁铁矿床成矿条件及地质特征

四川省地质矿产局攀西地质大队

责任编辑:毕庶礼

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 14¹/₂ 插页2 字数: 337,400

1987年5月北京第一版·1987年5月北京第一次印刷

印数: 1—1000册 国内定价: 5.20 元

统一书号: 13038·新340

此表示感谢。

本书初稿于一九八四年六月底完成后，承四川省地质矿产局张云湘总工程师、秦震副总工程师详细审阅，并指导修改。

四川省地质矿产局典型矿铁研究成果评审委员会组成评审小组，于一九八四年在成都对研究报告进行了评审。评审意见书肯定了研究组搜集和综合分析的大量资料成果，以及在报告中所反映的丰富而有价值的资料数据。认为本项研究工作扎实，使用的研究方法较多，讨论问题较细。意见书概括地提到了运用板块-裂谷理论分析了区域地质和成矿作用的发展史，红格含矿层状岩体及其顶、底板地层的时代，应用物探资料分析区域和矿田深部地质构造与成岩成矿的关系，根据含矿岩体地质、岩石学、岩石化学、稀土和微量元素、韵律和矿层分布特征，比较周密地计算了岩体各部分平均成分和原始岩浆成分，并结合温度、压力及氧逸度变化的计算，阐述了含矿岩浆的来源、形成、侵位、分异演化、成岩成矿及对含矿岩体受控的各种机理等方面的新认识，以及在此基础上进一步总结的找矿标志和找矿方向。

评审小组指出：由于本区地质构造复杂，许多基础地质问题，特别是前震旦纪地层问题尚待深入进行研究。报告中对纸房沟剖面的建组和区域地层对比，依据尚不够充分。使用物探成果对区内莫氏面形态和地壳厚度变化的分析，以及所引用的分析方法尚需进一步探讨。

上述评审意见经四川省地质矿产局评审委员会审定同意，并向地质矿产部推荐，经地质矿产部审查同意纳入地质专报公开出版。

黄振华

此表示感谢。

本书初稿于一九八四年六月底完成后，承四川省地质矿产局张云湘总工程师、秦震副总工程师详细审阅，并指导修改。

四川省地质矿产局典型矿铁研究成果评审委员会组成评审小组，于一九八四年在成都对研究报告进行了评审。评审意见书肯定了研究组搜集和分析的大量资料成果，以及在报告中所反映的丰富而有价值的资料数据。认为本项研究工作扎实，使用的研究方法较多，讨论问题较细。意见书概括地提到了运用板块-裂谷理论分析了区域地质和成矿作用的发展史，红格含矿层状岩体及其顶、底板地层的时代，应用物探资料分析区域和矿田深部地质构造与成岩成矿的关系，根据含矿岩体地质、岩石学、岩石化学、稀土和微量元素、韵律和矿层分布特征，比较周密地计算了岩体各部分平均成分和原始岩浆成分，并结合温度、压力及氧逸度变化的计算，阐述了含矿岩浆的来源、形成、侵位、分异演化、成岩成矿及对含矿岩体受控的各种机理等方面的新认识，以及在此基础上进一步总结的找矿标志和找矿方向。

评审小组指出：由于本区地质构造复杂，许多基础地质问题，特别是前震旦纪地层问题尚待深入进行研究。报告中对纸房沟剖面的建组和区域地层对比，依据尚不够充分。使用物探成果对区内莫氏面形态和地壳厚度变化的分析，以及所引用的分析方法尚需进一步探讨。

上述评审意见经四川省地质矿产局评审委员会审定同意，并向地质矿产部推荐，经地质矿产部审查同意纳入地质专报公开出版。

黄振华

《地质专报》包括以下各类

- 1—区域地质；
- 2—地层 古生物；
- 3—岩石 矿物 地球化学；
- 4—矿床与矿产；
- 5—构造地质 地质力学；
- 6—水文地质 工程地质；
- 7—普查勘探技术与方法；
- 8—地质应用计算技术；
- 9—分析测试与综合利用；
- 10—仪器与设备。

SERIES OF GEOLOGICAL MEMOIRS

1. Regional geology
2. Stratigraphy and Paleontology
3. Petrology, Mineralogy and Geochemistry
4. Mineral deposits and Mineral resources
5. Structural geology and Geomechanics
6. Hydrogeology and Engineering geology
7. Prospecting techniques and methods
8. Geomathematics
9. Analysis and Multi-utilization of minerals
10. Instruments and Equipments



CS000 13644

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 区域地质条件	(3)
一、大地构造单元和成矿(区)带	(3)
二、区域地质	(3)
(一) 古基底	(3)
(二) 盖层	(5)
(三) 岩浆杂岩带	(6)
(四) 断裂构造体系	(8)
三、区域地球物理场的有关信息	(9)
(一) 电磁波谱场	(9)
(二) 磁场特征	(9)
(三) 重力场	(12)
四、区域地史和成岩成矿作用	(14)
五、钒钛磁铁矿床的一般特征	(16)
第三章 矿田地质背景	(19)
一、围岩特征	(19)
(一) 含矿岩体底板	(19)
(二) 含矿岩体顶板	(28)
(三) 含矿岩体顶底板地层区域性对比	(29)
(四) 岩浆岩	(29)
二、矿田地质构造	(38)
(一) 成矿前的构造	(38)
(二) 成岩成矿后的构造	(41)
三、矿田地球物理场和化学场特征及找矿线索	(42)
(一) 磁场	(42)
(二) 地球化学场	(50)
第四章 含矿岩体	(53)
一、岩体产状形态	(53)
二、分异的韵律层、岩相带和岩石组合	(53)
(一) 分异韵律特征	(53)
(二) 岩相带特征	(58)
(三) 韵律层与岩相带的关系	(59)
三、岩石特征	(61)
(一) 橄辉岩类	(62)
(二) 辉石岩类	(62)
(三) 辉长岩类	(62)

四、 岩矿石化学特征	(64)
(一) 岩体的化学成分及变化	(64)
(二) 岩体主要化学组分平均值	(67)
(三) 岩石化学特征数值的计算	(70)
(四) CIPW 标准矿物分子计算	(76)
(五) 岩浆系列和生成环境	(77)
(六) 岩浆演化特点	(79)
(七) 稀土、微量元素地球化学特征	(80)
第五章 矿床地质特征	(89)
一、 路枯矿区	(89)
(一) 一般地质特征	(89)
(二) 矿层的岩矿石组分韵律特征	(94)
(三) 各含矿带、(含)矿层特征	(96)
(四) 矿体特征	(102)
二、 矿田内外其它各矿区简况及岩相带对比	(103)
(一) 矿田内各矿区	(103)
(二) 攀西地区四大含矿岩体岩相带及矿带对比	(103)
第六章 矿石特征	(107)
一、 矿石和夹石的矿物组成	(107)
(一) 氧化物	(107)
(二) 硫、砷、锑化物	(115)
(三) 铂族矿物	(120)
(四) 硅酸盐矿物	(121)
(五) 磷酸盐矿物	(130)
二、 矿石的结构构造	(131)
三、 矿石类型	(133)
(一) 按矿石构造和铁钛氧化物含量划分	(133)
(二) 按含矿母岩成分划分(自然类型)	(133)
(三) 按含有益组分的副矿物划分	(133)
四、 矿石的性状	(133)
五、 矿石物质组分特征	(135)
(一) 矿石中元素的分配及赋存状态	(135)
(二) 小结	(160)
第七章 成岩成矿机制探讨	(162)
一、 成岩成矿控制因素	(162)
(一) 物质来源和早期岩浆演化问题	(162)
(二) 构造因素	(163)
(三) 含矿岩体的生成和演化年代问题——应用同位素年龄数据解释	(163)
(四) 围岩对成岩成矿的作用	(167)
(五) 矿物成因特征	(167)
(六) 介质条件	(168)

二、 就地分异和成岩成矿作用.....	(178)
三、 结论	(183)
(一) 构造控制模式	(183)
(二) 岩浆演化模式	(184)
(三) 成岩成矿模式	(184)
(四) 时间模式	(185)
第八章 矿床远景及找矿方向	(186)
一、 矿床远景概况	(186)
二、 矿田内的找矿方向	(186)
(一) 钽铌磁铁矿	(186)
(二) 铌、钽、稀土矿化	(187)
(三) 锡、钼矿化	(187)
(四) 铬矿化	(187)
(五) 镓异常	(187)
三、 一般找矿标志	(187)
(一) 区域背景标志	(187)
(二) 遥感资料判读	(188)
(三) 物探异常	(188)
(四) 化探异常	(188)
(五) 重砂标志	(188)
(六) 围岩标志	(188)
(七) 岩体标志	(188)
(八) 岩石化学标志	(188)
(九) 岩石标志	(188)
(十) 宏观及微观矿物标志	(189)
四、 攀西地区钽铌磁铁矿前景展望及对今后地质找矿工作的简要评述	(189)
第九章 存在问题及今后研究方向	(191)
图版说明及图版	(193)
主要参考文献	(200)
英文摘要	(201)

Contents

Chapter 1 Introduction	(1)
Chapter 2 Areal Geological Conditions	(3)
2.1 Geotectonologic Units and Metallogenetic Zones	(3)
2.2 Regional Geology	(3)
2.2.1 Old Basement	(3)
2.2.2 Cover	(5)
2.2.3 Zones of Magmatic Complex	(6)
2.2.4 Structural Systems of Fault	(8)
2.3 Informations on the Regional Geophysical Field	(9)
2.3.1 Electromagnetic spectrum	(9)
2.3.2 Geomagnetic Field	(9)
2.3.3 Gravity Field	(12)
2.4 Geohistorical Development and the Related Diagenesis and Metall- ogenesis	(14)
2.5 General Characters of the Vanadic Titanomagnetite Deposit	(16)
Chapter 3 Geological Background of the Hongge Ore Field	(19)
3.1 Host rocks	(19)
3.1.1 Bottom Wall of the Ore-rich Igneous Bodies	(19)
3.1.2 Hanging Wall	(28)
3.1.3 Stratigraphic Correlation of the Hanging Wall and Bottom Wall Rocks	(29)
3.1.4 Magmatic Rocks	(29)
3.2 Geologic Structure of the Ore Field	(38)
3.2.1 Pre-metallogenetic Structures	(38)
3.2.2 Post-metallogenetic Structures	(41)
3.3 Geophysical and Geochemical Characters of the Ore Field and Ore Guides Herein	(42)
3.3.1 Geomagnetic Field	(42)
3.3.2 Geochemical Aspects	(50)
Chapter 4 Ore-rich Igneous Bodies	(53)
4.1 Occurrence and Morphology	(53)
4.2 Rhythmites related to Differentiation, Facies Zones, and Litho- assemblages	(53)
4.2.1 Rhythm in Differentiation	(53)
4.2.2 Characters of the Facies Zones	(58)
4.2.3 Relationships between the Rhythmite and Facies Zone	(59)
4.3 Rock Features	(61)

4.3.1	Peridot Pyroxenite Association.....	(62)
4.3.2	Pyroxenite Association.....	(62)
4.3.3	Gabbro association.....	(62)
4.4	Chemistry of Rocks and Ores	(64)
4.4.1	Chemical Compositions of the Igneous Bodies and thier Variations	(64)
4.4.2	Average Major Compositions	(67)
4.4.3	Petrochemical Feature Digital Values	(70)
4.4.4	CIPW Normative Compositions	(76)
4.4.5	Magmatic series and the Geletic Environment	(77)
4.4.6	Magmatic Evolution	(79)
4.4.7	Patterns of REE and Trace Elements	(80)
	Chapter 5 Geology of the Ore Deposits	(89)
5.1	Luku Mine	(89)
5.1.1	General Geology.....	(89)
5.1.2	Rhythm in Ore-forming and Rock-forming Components	(94)
5.1.3	Characters of Various Ore Zones or Ore Layers.....	(96)
5.1.4	Characters of Ore Bodies	(102)
5.2	the Other Mines in the Same Ore Field and Stratigraphic Correlation.....	(103)
5.2.1	Individual Mines in the Ore Field	(103)
5.2.2	Four Major Pluton in the Panxi District and Their Correlations of Ore Zones	(103)
	Chapter 6 Properties of Ores	(107)
6.1	Compositions of Ores and Gangues	(107)
6.1.1	Oxides	(107)
6.1.2	Sulfides, Arsenides, and Stibinides	(115)
6.1.3	Pt minerals	(120)
6.1.4	Silicate Minerals	(121)
6.1.5	Phosphate Minerals	(130)
6.2	Textures and Structures	(131)
6.3	Ore Types	(133)
6.3.1	The Classified on Structures and Contents of Fe-Ti-Oxides	(133)
6.3.2	The Classified on Composition of the Host Rock (Nature Type)	(133)
6.3.3	The Classified on Associated Useful Compositions	(133)
6.4	Present situation of the Ores.....	(133)
6.5	Material Components of the Ores.....	(135)
6.5.1	Distribution and Patterns of the Elements in the Ores	(135)
6.5.2	Summary	(160)
	Chapter 7 Discussion on Mechanism Triggering Diagenesis and Met- allogenesis.....	(162)
7.1	Controlling Factors	(162)

7.1.1	Material Sources and Early Magmatic Development	(162)
7.1.2	Tectonic Controls	(163)
7.1.3	Interpretations on the Results of Isotopic Dating	(163)
7.1.4	Host Rock Controls	(167)
7.1.5	Mineral precipitation	(167)
7.1.6	Medium Controls	(168)
7.2	Implications of In situ Differentiation	(178)
7.3	Conclusion.....	(183)
7.3.1	Model for Tectonics	(183)
7.3.2	Model for Magmatic Evolution	(184)
7.3.3	Model for Rock and Ore Forming.....	(184)
7.3.4	Model for Metallogenic Times.....	(185)
Chapter 8	Ore Prospects and Exploration Suggestions	(186)
8.1	Mineralization Perspective	(186)
8.2	Possible Prospecting Targets Within the Bounds of the Ore Field.....	(186)
8.2.1	Vanadic Titanomagnetite Ores	(186)
8.2.2	Nb, Ta, and REE Mineralizations	(187)
8.2.3	Sn and Mo Mineralizations	(187)
8.2.4	Cr Mineralization	(187)
8.2.5	Ga Anomaly	(187)
8.3	Common Ore Guides	(187)
8.3.1	Regional Anomalies	(187)
8.3.2	Remote Sensing Data	(188)
8.3.3	Geophysical Anomalies	(188)
8.3.4	Geochemical Anomalies	(188)
8.3.5	Heavy Concentrate	(188)
8.3.6	Host Rocks	(188)
8.3.7	Igneous Bodies	(188)
8.3.8	Petrochemistry	(188)
8.3.9	Characteristic Appearance of Rocks	(188)
8.3.10	Macro and Micro Mineralogic Marks	(189)
8.4	Prospects for Possible Vanadic Titanomagnetite Deposits and Future Exploration in the Panxi District	(189)
Chapter 9	Questions and Duties on explorations in future	(191)
	Plates and Corresponding Illustrations	(193)
	References	(200)
	Abstracts in English	(201)

第一章 绪 论

红格钒钛磁铁矿床位于我国四川省西南隅，在渡口市以东红格区北方十余公里的山地中。其大地构造位置在扬子准地台西缘基底隆起中段轴部东侧的古张扭性断裂构造带内。

矿床赋存于一个加里东期中深度侵位的巨大层状—似层状中碱性—基性—超基性分异杂岩体（以下简称“红格含矿岩体”）中，主岩体出露部位呈近北北东向的长椭圆形，长16km，宽3—6km，展布面积65km²。

由于岩浆分异作用，含矿岩体清晰地显示出韵律式层状构造。即由下部暗色组分向上急速过渡到相对浅色组分而构成一个韵律层，其顶底界线清楚，整个岩体的层状序列由下向上可以分出Ⅰ级韵律层的两个部分，即基性和超基性岩相带；这两部分又各分成两个Ⅱ级韵律，即橄榄单辉岩、辉石岩、辉长岩及黑云母闪长辉长岩四个岩相亚带；进一步又分出Ⅲ级韵律，即上、中、下含矿层；Ⅳ级韵律则为各基本层；还可以根据各种隐性变化分出Ⅴ级韵律（薄层条带）和更细的层。Ⅳ级以上韵律层都可以看到相对基性度自上而下增高，以及其岩性组构等连续的变化，并各自形成一个相对独立的变化系统，进而又纳入或隶属高一级韵律变化系统内。因此多级套叠式韵律层构造是红格岩体最重要的特征。

所谓中碱性部分，是指在黑云母闪长辉长岩层之上，由岩体中析出的碱质在晚期夺取岩体上部岩相中的SiO₂，构成角闪正长岩浆，形成“顶盖”，不连续覆盖在岩体层状序列部分之上，并沿岩体边缘及中心冷凝张裂隙向下穿插，呈现岩墙、岩脉。

钒钛磁铁矿矿体呈层状或似层状、透镜体，或呈一个基本层赋存在各低级韵律层的下部—底部；由若干较集中的矿体群构成含矿层（带），但在含矿层（带）中矿层（体）亦多集中在下部，向上则分布疏散、变薄，含矿性渐差；各个含矿层（带）组合构成矿床。因此该类矿床是由许多厚度不等的矿层和母岩夹石层交替组成。在岩体中，主要矿层基本上集中在岩体中下部具一定基性度的层位内，这就是此类岩浆分异矿床的特征。

含矿岩体由其层状构造显示其原生形态，大致呈“船盘状”，在若干地段由于底板呈脊状隆起，显示出露部位有所间断；东侧已被后期的各种岩浆侵入活动所破坏，西侧为昔格达断裂切割。剥蚀残留的岩体最大厚度尚有1200m（路枯），平均厚度580m。

岩体底板变质岩地层由于受南北向、北东向和北西向褶、断构造交叉叠覆，形成复杂的隆、坳。凹形的次级盆地是承接和保存下部超基性岩相带和厚、富矿层的重要控矿构造。

由于原生的含矿岩相带对含矿层（带）的控制和后期构造、岩脉的分隔、割裂；在岩体内形成相对独立的八个大、中型矿区及岩体内外若干个矿化（磁异常）区、岩块，分布在近100km²范围内，构成一个矿田，即红格矿田。其中各大、中型矿区基本上围绕含矿岩体东半环边部出露，表现出岩体的不对称性。东南部路枯（南、北）矿区，岩体厚度最大，各类含矿层最为齐全。该区习惯上称作“红格矿区”。

钒钛磁铁矿石由含钒（有时也含铬）的钛磁铁矿组成，以细粒连晶集合体或单体填充于脉石矿物粒间，构成不同密度的浸染—充填构造。钛磁铁矿内包含不同阶段出溶的各种形态的钛铁矿、钛铁晶石、各种尖晶石等，组成复杂的固溶体分离结构，但也见有少量的

粒状钛铁矿。矿石TFe含量在16—45%之间，平均18—31%；TiO₂ 4—10%。此外，矿床中还有岩浆演化不混熔产物——30余种伴生元素的硫化矿物。矿石中除含Fe、V、Ti之外，还伴生Cu、Co、Ni、Cr、P、Se、Te、Sc、Ga、等十余种有用元素。

在红格矿田内还有两个共生的含Zr、Th、Ta的中型铌矿床。因此，红格矿床实为一具有综合利用价值的大型资源宝库。攀（枝花）—西（昌）地区自北而南分布着太和、白马、攀枝花、红格四个含钒钛磁铁矿的层状基性-超基性岩体，均含大型钒钛磁铁矿床，其中以红格矿田的“红格”矿区为最大。近年，攀西第五、第六大矿区已相继被探明。

红格矿床不仅储量令人瞩目，与攀西其它三大矿床比较，除平均含铁品位稍低外，在伴生元素的品种、含量、岩相带和含矿系列的多样性与完整性方面，都可算佼佼者。

红格矿田地处成昆铁路线上的工业基地渡口市郊区，多数地段具有露天开采条件。矿石采、选流程简易，一旦综合利用、组分分离和冶金技术、经济条件等问题得到突破，该矿田即将是我国特种钢铁工业理想的综合矿冶基地之一。因此，此一矿田的开发建设，对我国国民经济发展具有重大的意义。

第二章 区域地质条件

一、大地构造单元和成矿(区)带

攀西地区地处扬子准地台西缘基底隆起带川滇铁、铜、锡、镍成矿带的中段和北段。这个南北走向的构造-岩浆活动带是颇具特色的Ⅱ级构造-成矿带。构造带的大地构造单属性,历来各家说法不一、尽管对这个构造元的理解不同,称呼各异(如地轴、台背斜、经向构造带,等等),但基本上共同承认:(1)范围大致北起康定,南至元江深大断裂,蜿蜒长700km,宽40—200km,为一北窄南宽的南北向的独立构造单元。(2)与扬子准地台有着共同的基底,因而是地台西部边缘的一部分,在古地貌上呈南北向的正向单元;自古生代以来不均衡隆起,长期受剥蚀,出露结晶基底。(3)这个构造单元轴部相对稳定,在漫长的地质年代里,以升降运动为主;自晋宁期以来,历次地质运动在其轴部和两侧发生发展为一系列近南北向规模巨大的、复杂追踪、继承断裂带;不同时期、不同性质、不同规模的深断裂的发育,导出相应的多旋回岩浆活动,形成多种多样的内生和外生矿床。

我们现仅以最早由黄汲清教授提出的方案为基础,以反映各次级构造单元的划分情况(图2-1)。

二、区域地质

攀西地区这一南北向构造带包含若干个不同时期、不同成因和内容的地质体,它们相互间的关系很复杂,历年来认识不一,争议甚多。为阐明与钒钛磁铁矿成矿有关的区域地质背景和构造控制条件(图2-2),我们试作如下归纳:

(一) 古基底

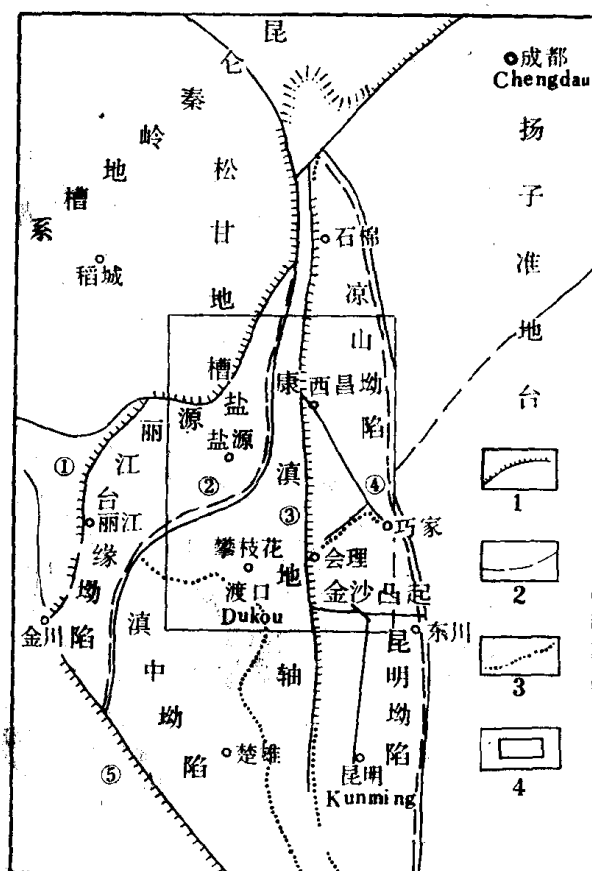


图 2—1 攀枝花—西昌地区大地构造位置及分区示意图

Fig. 2—1 Sketchmap of the geotectological location of Panzhihua-Xichang district and units division on Kang-Dian geaxis

①程海断裂;②金河-白林山-永胜断裂;③安宁河断裂,④昭觉-巧家断裂;⑤元江断裂

1—3—I至Ⅲ级构造单元分界线,4—攀西地区位置

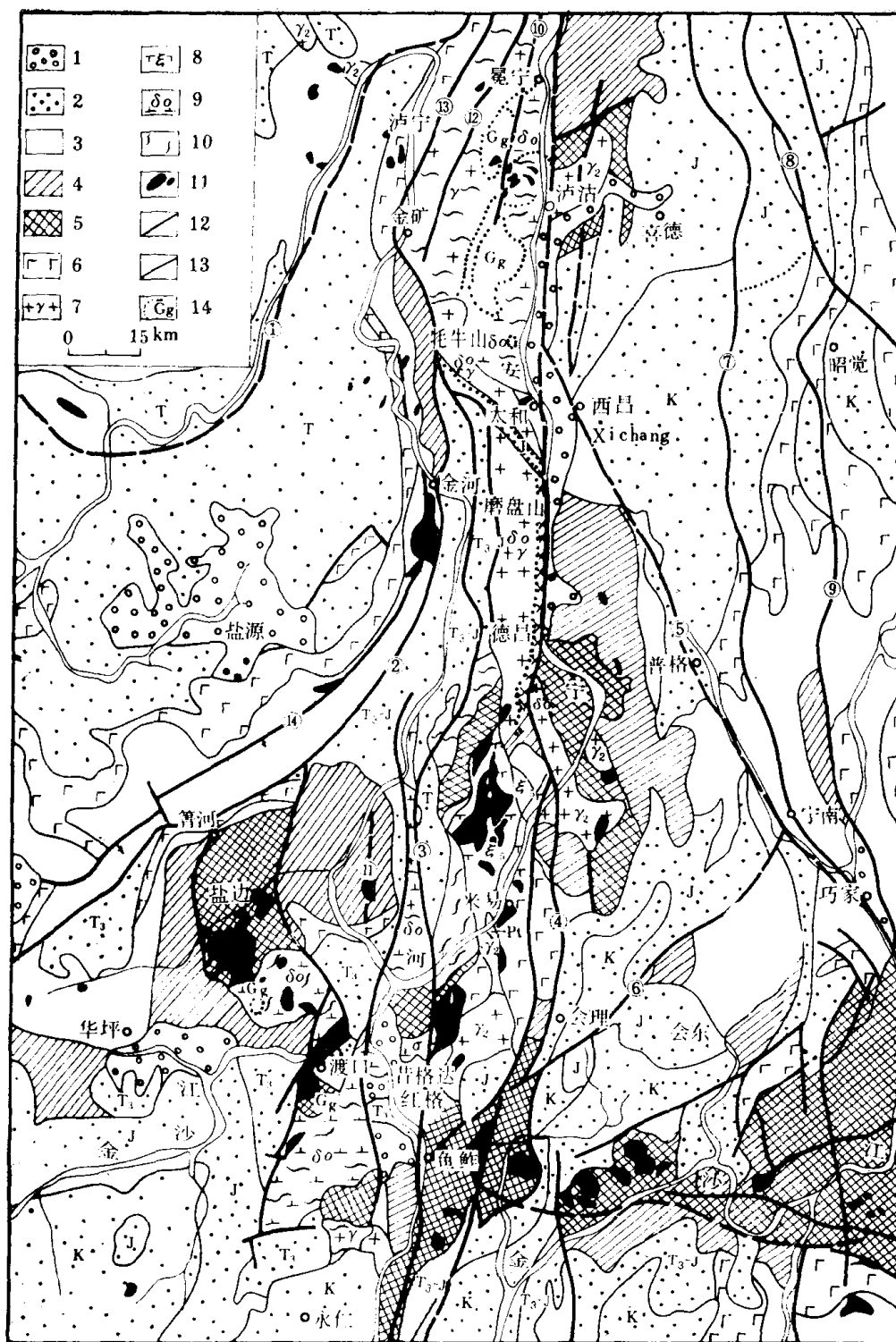


图 2—2 攀（枝花）—西（昌）地区区域地质略图

Fig.2—2 The brief regional geological map on Pan (zhihua)-Xi(chang) area

深断裂名称：①小金河；②金河-箐河；③磨盘山-元谋；④安宁河；⑨昭觉-巧家；⑩冕宁；⑪攀枝花-白坡山；⑭金河-白林山-永胜

大断裂名称：⑤则木河；⑥宁会；⑦西罗河；⑧普雄；⑫金矿；⑬泸宁

1—新生界(Cz)；2—中生界(Mz)；3—古生界(Pz)；4—震旦系(Z)；5—前震旦系(Pt)；6—

二叠系玄武岩($P_2\beta$)；7—花岗岩(γ)；8—正长岩(ξ)；9—闪长岩(δ)；10—混合岩(M)；

11—基性-超基性岩(B-UB)；12—深断裂；13—一般断裂；14—麻粒岩带