

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

五 构造地质 地质力学 第21号

阿尔泰-台湾岩石圈地学断面综合研究

花石峡—邵阳  
深部地壳的结构和构造

崔作舟 陈纪平 吴苓 著

P  
230.6  
141-1  
21

地质出版社

417-112

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

五 构造地质 地质力学 第 21 号

阿尔泰-台湾岩石圈地学断面综合研究  
花石峡—邵阳深部地壳的结构和构造

崔作舟 陈纪平 吴 苓 著

(地质矿产部 562 综合大队)

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书是阿尔泰-台湾岩石圈地学断面综合研究花石峡-邵阳剖面段深地震测深方面最全面系统的研究成果,属应用基础类书。全书共分七章:第一、二、三章概述了剖面走廊域的区域地质及地球物理研究现状;第四、五章介绍了深地震测深剖面的信息采集与数据处理以及深地震测深剖面资料的解释结果;第六章分区段地阐述了花石峡-邵阳剖面段的地壳结构与深部构造特征;第七章讨论了剖面段的有关地质构造问题和地壳运动问题。

本书可供从事地球物理学、基础地质学理论研究及生产、教学工作的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

中华人民共和国地质矿产部地质专报 五:构造地质、地质力学 第21号:阿尔泰-台湾岩石圈地学断面综合研究 花石峡—邵阳深部地壳的结构和构造/崔作舟等著.

-北京:地质出版社,1996.8

ISBN 7-116-02146-9

I. 中... I. 崔... III. ①地质学-研究报告-中国②岩石圈-地质构造-研究-中国 IV. P5-55

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第06407号

### 地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路29号)

责任编辑:周瑞良

\*

中国地质科学院562印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092<sub>1/16</sub> 印张:12.5 字数:300000

1996年8月北京第一版·1996年8月北京第一次印刷

印数:1—500册 定价:20.00元

ISBN 7-116-02146-9

P·1612

# 序

全球地学大断面计划，实质上是国际岩石圈计划的扩展和延续，它是一项地球科学的综合性的国际对比计划。我国在改革开放之前很少参加这种重大国际对比计划，改革开放之后才不失时机地加入了地球科学的各种国际合作项目。中国岩石圈计划中的11条地学断面，实际上也是全球地学断面计划的一部分。亚东-格尔木、阿尔泰-台湾地学断面是我国较早完成的二条地学断面，但亚东-格尔木地学断面的主要资料是以中-法喜马拉雅国际合作成果为主体的；而阿尔泰-台湾地学断面，则是由地矿部系统最早独立完成的实测地学断面。尽管这条断面的选线不够理想，但取得的所有资料是可靠和宝贵的。

本书是阿尔泰-台湾地学断面综合调查与研究的部分成果，它是据断面中段的“黑水-邵阳剖面爆炸地震研究报告”、“四川盆地及周边地区地壳深部结构与构造”、“花石峡—简阳爆破地震测深成果报告”综合编撰而成。书中详细地介绍了花石峡—邵阳地学断面的爆炸地震测深资料及解释结果，给出了二维地壳速度结构模型，描述了不同地段的地壳结构特点，推断了地壳各层的物质组成，划分了以断裂带为边界的构造单元。结合区域地质构造、地球物理场、地震震源机制解、地震断裂活动、地壳形变等资料，对断面全线的地壳深部结构与构造、地表与浅层地质构造之间的联系、地壳运动的动力学问题，作了较为深入的研究和探讨。对分划中国东部、西部两大构造域的分界构造带——龙门山断裂构造带，进行了专门讨论。

中国地质科学院562综合大队，自1980年中-法喜马拉雅合作项目开始，即建立了一支专门从事深部地质研究的队伍，长期从事爆炸地震测深工作，研究地壳-上地幔的结构和构造。花石峡—邵阳地学剖面，是“562队”继亚东-格尔木地学断面研究之后又一次参加探测研究的另一条地学断面，取得了很好的成果。为了将获得的宝贵资料贡献给地学工作者，特此整理出版。

本书可供从事地球物理学、基础地质学理论研究和生产、教学工作人员参考。

# 目 录

<b>第一章 绪言</b> .....	(1)
<b>第二章 区域地质构造背景</b> .....	(3)
一、松潘-甘孜弧形褶皱区 .....	(3)
二、巴颜喀拉褶皱带.....	(6)
三、阿尼玛卿断褶带.....	(6)
四、龙门山断裂带.....	(7)
五、川西山前拗陷带 .....	(10)
六、川中平缓褶皱区 .....	(12)
七、川东隔档式褶皱带 .....	(12)
八、川黔断褶带 .....	(17)
九、江南隆起带 .....	(18)
十、湘桂褶皱带 .....	(18)
<b>第三章 区域地球物理研究概况</b> .....	(20)
一、重力场分布特征 .....	(20)
二、航磁异常分布特征 .....	(26)
三、大地电磁测深研究结果 .....	(30)
四、大地热流测量结果 .....	(33)
<b>第四章 深地震测深剖面的信息采集与数据处理</b> .....	(35)
一、信息的采集 .....	(35)
二、地震记录的数字化与数据处理 .....	(42)
<b>第五章 深地震测深剖面的解释</b> .....	(49)
一、震相分析与对比 .....	(49)
二、资料解释 .....	(77)
三、地震测深剖面解释结果 .....	(93)
<b>第六章 花石峡-邵阳剖面地壳结构与深部构造特征</b> .....	(128)
一、四川盆地及上扬子地区的地壳结构与深部构造.....	(128)
二、川西高原地区的地壳结构与深部构造.....	(156)
三、龙门山断裂构造带的特征和性质.....	(164)
<b>第七章 有关问题的讨论</b> .....	(169)
一、地质构造单元的划分.....	(169)
二、有关沉积盖层、结晶基底、岩浆岩的推断.....	(171)
三、壳内低速层的意义和作用.....	(173)
四、龙门山及川西高原区的山根问题.....	(174)
五、关于若尔盖地块问题.....	(175)

六、壳-幔边界特征及其与相关震相问题 .....	(175)
七、地壳运动问题探讨.....	(175)
<b>结束语</b> .....	(181)
<b>参考文献</b> .....	(182)
<b>英文摘要</b> .....	(183)

# Contents

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	(1)
<b>Chapter 2 Background of Regional Geology and Structure</b> .....	(3)
§ 2.1 Songpan-Ganzi Arc Fold Area .....	(3)
§ 2.2 Bayan Har Fold Zone .....	(6)
§ 2.3 A'nyêmaqên Fault-Fold Zone .....	(6)
§ 2.4 Longmen Mountain Fracture Belt .....	(7)
§ 2.5 West Sichuan Piedmont Depression Zone .....	(10)
§ 2.6 Middle-Sichuan Gentle Fold Area .....	(12)
§ 2.7 East Sichuan Ejective Fold Zone .....	(12)
§ 2.8 Sichuan-Guizhou Fault-Fold Zone .....	(17)
§ 2.9 Jiangnan Uplift Zone .....	(18)
§ 2.10 Hunan-Guangxi Fold Zone .....	(18)
<b>Chapter 3 Outline of Regional Geophysical Study</b> .....	(20)
§ 3.1 Distributive Characteristics of Gravitational Field .....	(20)
§ 3.2 Distributive Characteristics of Aeromagnetic Anomaly .....	(26)
§ 3.3 Achievements of Magnetotelluric Sounding .....	(30)
§ 3.4 Achievements of Geothermal Flux Measurement .....	(33)
<b>Chapter 4 Information Collection and Data Processing of Deep Seismic Sounding Profile</b> .....	(35)
§ 4.1 Collection of Information .....	(35)
§ 4.2 Digitization of Data Processing of Seismic Record .....	(42)
<b>Chapter 5 Explanation to Deep Seismic Sounding Profile</b> .....	(49)
§ 5.1 Analysis and Comparison of Seismic Facies .....	(49)
§ 5.2 Data Explanation .....	(77)
§ 5.3 Explanatory Results of Seismic Sounding Profile .....	(93)
<b>Chapter 6 Crustal Texture and Deep Structural Characteristics of Huashixia-Shaoyang Section</b> .....	(128)
§ 6.1 Crustal Texture and Deep Structure of Sichuan Basin and Upper Reaches of Yangtze River .....	(128)
§ 6.2 Crustal Texture and Deep Structure of West Sichuan Plateau .....	(156)
§ 6.3 Properties and Character of Longmen Mt. Fault Belt .....	(164)
<b>Chapter 7 Discussions on Some Related Problems</b> .....	(169)
§ 7.1 Division of Tectonic Units .....	(169)
§ 7.2 Some Inferences to Sedimentary Cover, Crystalline Basement and	

Magmatic Rock .....	(171)
§ 7.3 Significances and Roles of Intracrustal Low-Velocity Layer .....	(173)
§ 7.4 Roots of Longmen Mt. and West Sichuan Plateau .....	(174)
§ 7.5 On Zoigê Massif .....	(175)
§ 7.6 Characteristics of Crust-Mantle Boundary and Its Related Seismic Facies .....	(175)
§ 7.7 Discussions on Crustal Movement .....	(175)
<b>Conclusions</b> .....	(181)
<b>References</b> .....	(182)
<b>Abstract in English</b> .....	(183)



# 第一章 绪 言

70年代的国际上地幔研究计划结束时,虽然取得了许多重大成就和进展,但也遗留和发现了许多问题和疑点。为了继续利用国际间的多边和多学科合作的优势,由国际地质科学联合会(IUGS)和国际大地测量及地球物理学联合会(IUGG)联合发起,并提出了80年代的国际岩石圈计划(ILD)。在80年代国际岩石圈计划实施的第一个五年计划结束后,于1985年8月在日本东京召开的会议上,在美国康乃尔大学的M·巴拉赞吉提出的全球断面分布图的启示和推动下,国际岩石圈委员会决定于1986年8月在新加坡再次召开会议。在这次会议上,进一步讨论并推出了全球地学大断面计划,同时还成立了全球地学大断面计划的协调委员会,即CC-7协调委员会。该组织的任务和职责是制定具体计划及协调和促进计划的实施。为了便于世界不同地区的直接对比,该计划要求统一规划,统一研究内容,制定统一的编图规范(指南)。

为了快出成果,全球地学大断面计划开始阶段,多数国家的地学专家推出的地学断面是利用已有的地质、地球物理和地球化学等资料编制的综合性、区域性地学断面。随后才出现了国际间的联合测制的跨国地学大断面。

1985年,地质矿产部科学技术司不失时机地提出了“中国岩石圈结构的地球物理综合研究”项目;1986年,地质矿产部科技司委托地球物理地球化学勘查局,组织实施地质矿产部“七五”重点科研项目之一的“阿尔泰-台湾地学大断面综合调查与研究”。此断面的综合调查自1986年开始,历时4年,共有13个单位参加。调查研究的主要内容包括:爆炸地震测深、大地电磁测量、大地热流测量、重力及地磁场编图、断面走廊域的地质观测及编图及局部地段的垂直地震反射剖面测量等。该地学断面共分5段进行施工和解释,泉州—邵阳段于1986年由第二物探大队协同成都地质学院完成、邵阳—黑水段于1986年由地质矿产部562综合大队协同长春地质学院完成、简阳—花石峡段于1987年,阿克赛—阿尔泰段于1988年,花石峡—阿克赛段于1989年,由地质矿产部第二物探大队、562综合大队和成都地质学院共同完成。

地质矿产部562综合大队除参加上述各剖面段的爆炸地震测深的观测外,还承担了邵阳—黑水、简阳—花石峡剖面段的爆炸地震测深资料的一维和二维解释。邵阳—黑水剖面的一维解释于1988年即先期完成。1989年为了配合“四川盆地的形成与演化研究”课题的顺利进行,又在邵阳—黑水剖面资料一维解释结果的基础上,重新开展了爆炸地震测深资料的二维解释。简阳—花石峡剖面的一维、二维解释是在野外工作同时期内完成的。根据两段剖面资料的3次解释结果,分别于1988年、1990年8月和11月先后编写完成了“黑水—邵阳剖面爆炸地震研究报告”(崔作舟、陈纪平,1988);“四川盆地及周边地区地壳深部结构与构造”(崔作舟、吴苓,1990);“花石峡—简阳剖面爆破地震测深成果报告”(陈纪平、崔作舟,1990),并均通过评审。考虑到地学大断面的连续性、完整性,和避免资料展现的重复起见,现将花石峡—简阳、黑水—邵阳剖面段的三份研究报告内容,由课题负责人崔作舟

研究员统一编撰成文，予以出版。

本书是阿尔泰-台湾岩石圈地学断面花石峡—邵阳剖面段在爆炸地震测深方面最为全面系统的成果总结。书中不仅详细介绍了剖面的爆炸地震测深资料及解释方法与结果，而且从震相及波组分析入手，给出了剖面段的二维地壳速度结构模型；描述了具有不同地壳结构特征的地段，以及地段之间深大断裂带的空间分布特征和性质；推断了不同地段地壳各层的物质组成；结合地表及浅层地质构造、地球物理场资料、天然地震震源机制解、地震及断裂活动、地形变等资料，对地壳深部结构及构造与地表及浅层地质构造的联系和地壳运动的动力学问题，作了较为深入的研究与探讨；划分了以断裂带为边界的10个二级构造单元。

在方法技术方面：采用了二维射线追踪方法和 SEIS-81 程序包，给出了全线的二维速度等值线剖面、精细的浅层速度等值线图，清楚地勾画出了中生代沉积盆地的形态和范围，以及坚固基底与软弱基底的分布概况；在剖面中的局部地段作了横波（S）解释试验，应用横波的波组或震相建立了横波波组的地壳速度结构，而且基本上与纵波（P）的地壳速度结构相对应，并利用纵波速度（ $V_p$ ）和横波速度（ $V_s$ ）计算了各层的纵、横波速比（ $V_p/V_s$ ）、泊松比（ $\sigma$ ）、弹性（或体积）模量（ $\kappa$ ）、杨氏模量（ $\epsilon$ ）、切变模量（ $\mu$ ）、 $\kappa/\rho$ 、 $\kappa/\mu$  等参数，并为进一步推测地壳深部的物质组成及物理状态，提高剖面全线深部地壳结构构造分析和构造单元划分的可信可靠程度作出了新的探索。

在深部地壳结构与构造的研究方面，确认了龙门山断裂带的存在。它在地表和浅层为倾向西北的仰冲断裂带，在深部为倾向东南的俯冲断裂带，是我国东部、西部两大构造域的分界断裂构造带；证实了龙门山东部扬子准地台与西部特提斯造山带的地壳结构有明显差异，地壳总厚度东薄、西厚，莫霍面埋藏深度东浅、西深，不同地段的莫霍面的性状也有明显差别；坚硬的四川地块呈一楔状插入西部的相对软弱的造山带地壳中部；龙门山及川西高原的山脉有山根；造山带普遍存在壳内低速层，在中、上地壳中尤其发育，地块或克拉通低速层不发育，但局部地段也可能存在低速层；低速层可能是地壳深部的滑脱层，因为这正是造山带之所以能够形成的必要条件之一；花岗岩可以来自造山带的中上地壳层，川西高原地区剖面中的速度等值线分布与地表花岗岩体的分布有一定的对应关系。

本书除了直接对大地构造研究成果提供了可靠依据外，对地球物理和基础地质研究、地震及煤、油气和金属矿产资源的研究与勘探开发都有应用参考价值。

在本书成文过程中，周瑞良高级工程师在文字和图件方面作了一些技术处理工作，图件清绘由周燕玲工程师协助完成，在此谨表谢忱。

本成果著作，除了封面署名作者外，参加此项工作的同志还有：卢德源、张之英、王延增、王仲才、黄立言、孟繁乐、卢杰、张子江等。

## 第二章 区域地质构造背景

阿尔泰-台湾岩石圈地学断面的花石峡—简阳及黑水—邵阳剖面段，途经青、川、黔、湘四省区，穿过不同地形地貌和不同地质构造单元（图 2-1）。由于沿途自然条件的差异、行政区划等人为原因，因而对剖面各地段的地质构造的研究程度也有明显的差别。龙门山以西地处川西高原，地势高峻，通途多险恶，交通不便，居民点稀疏，工作条件差，又因晚三叠世以前的地层多数发生过不同程度的变质，地质构造现象复杂，遗留的地质难题较多，因此研究程度较差。川、黔、湘三省交界地区，除因山高路险、交通不便等不利条件外，行政区划也给地质调查和研究工作的统筹安排带来了许多困扰和问题，以致在地学方面长期存在着一些悬而未决或争论不休的问题。其余地区虽然都做过很多详细的地质调查，也还存在着诸如地层界限或时代；地质构造单元的划分与分界等一系列有争议的问题。

众所周知，地壳是一个整体，深部、浅部及表层的地质构造彼此是联系着的，在众多种情况下，表层地质构造现象是浅层或深层地质构造的反映。但是，自从活动论兴盛以来，这种关联似乎已被人们忽视了，或许是由于深部地质研究刚刚开始，研究时间不长，资料积累不多，目前还很难说明不同深度的地质构造之间有何种联系。不过我们深信，随着地质工作的发展和研究工作的深入，不同深度之地质构造彼此间的联系，最终总会被人们所了解，并为人类所利用。地壳表层、浅层、深层地质构造之间的联系，只有在逐步深入研究表层地质构造特征和深部地质构造特征之后，才能得出相应的结论。

探讨地学剖面经过地区的深部地壳结构及构造等深部地质问题，需要多方面的资料佐证。花石峡—简阳、黑水—邵阳剖面段所通过地区的不同地质构造单元的地表及浅层地质构造特征资料，主要来源于前人的调查、研究成果和有关文献，当然也包含有我们沿测线在局部或重要地点的观察结果。为了清楚地反映剖面经过地区的地质构造背景，对其有关内容的描述，我们没有去套用目前流行的“板块”或“地体”等全球构造假说模式，也没有拘泥于国内有关地质构造的诸多学说。我们主要根据地表的构造变形、沉积建造、区域变质、岩浆活动及地球物理场等综合特征的异同，并以有明显差异的地区间的规模较大的断裂带为界限，划分出构造区（带），并尽可能地沿用已经用过的名称。现将剖面经过地区的各个构造区（带）特征分别概述如下。

### 一、松潘-甘孜弧形褶皱区

松潘-甘孜弧形褶皱区，西起阿尼玛卿山东端的柯多-哈齐玛-查理近南北向断裂带或其以西的龙杂沟断裂带，东至茂汶-汶川断裂带，即红原弧形构造、小金弧形构造、金汤弧形构造等所在地区。区内沉积建造、地层变质情况及岩浆活动等均与其东部相邻的龙门山断裂带有明显差异。从文献资料记述以及沿线观察，该区几乎全部被三叠系地槽沉积所覆盖，无论是古生界还是中生界地层均经受了轻度的变质作用，通常见到的是板岩、砂板岩、结

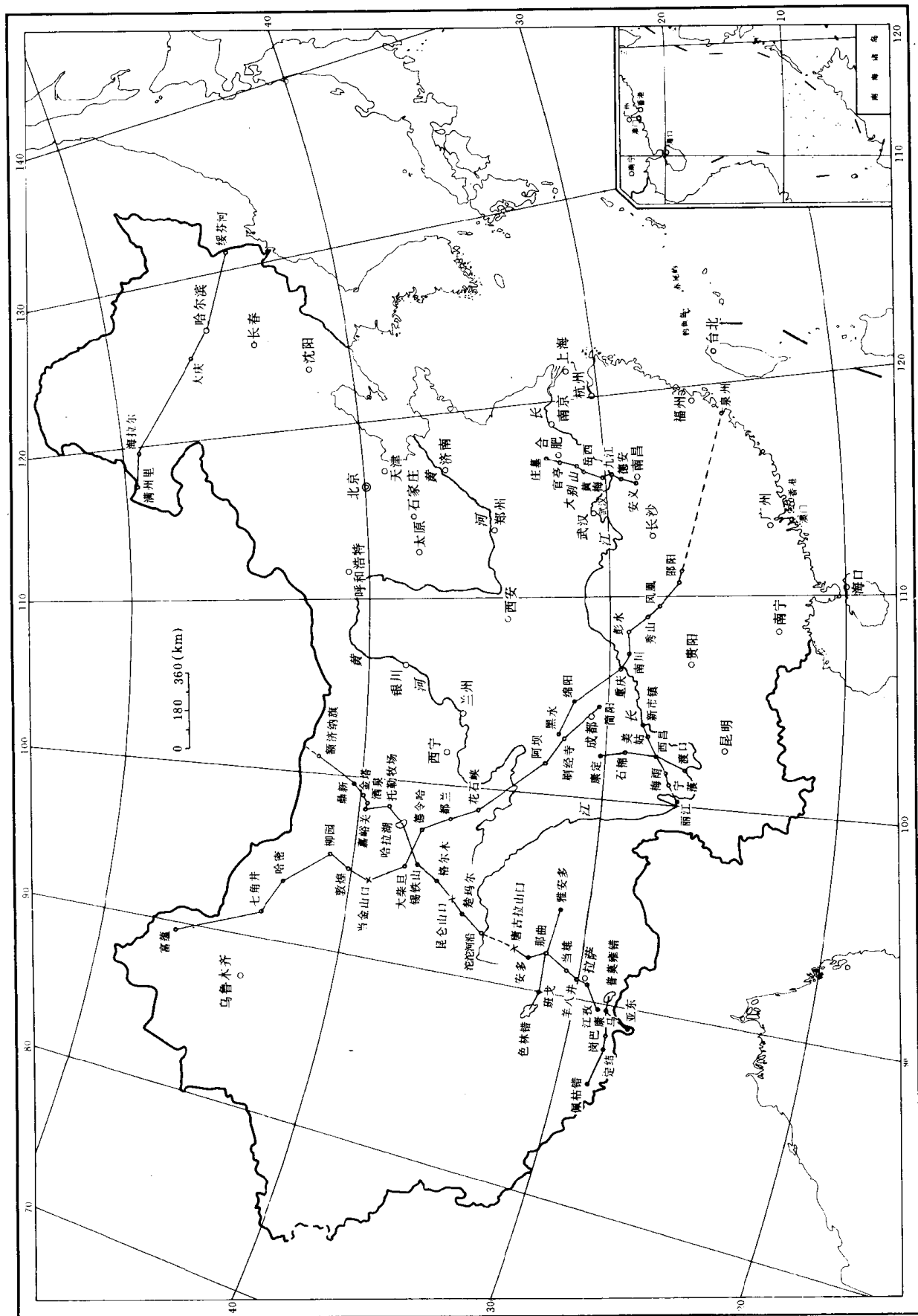


图 2-1 阿尔泰-台湾岩石圈地质断面花石峡—邵阳爆炸地震测深剖面位置图  
 Fig. 2-1 Location of Huashixia-Shaoyang explosive seismic section of Altai-Taiwan lithospheric geologic section

晶灰岩及千枚岩等变质岩层，岩层中的化石一般仍保存完好。根据化石标本鉴定结果，这些变质岩层的下部为下古生界寒武系、奥陶系及志留系，它们之上为一套变质碎屑岩夹大理岩及喷出岩，可能属上部古生界的泥盆、石炭、二叠系。上部为中生界地层，称为西康群（巴颜喀拉山群或义墩群），主要由板岩、粉砂岩及砂岩组成，是一套变质程度较轻、厚度较大的复理石建造，时代可能属中一晚三叠世。缺失侏罗系和白垩系。印支期花岗岩分布广泛。因此，多数地质工作者认为松潘-甘孜弧形褶皱区形成于印支晚期构造运动，但对其地槽形成的时期认识尚不统一，有人认为它形成于晚古生代，较多的人认为形成于中生代的三叠纪。三叠纪以后该区即成为四川内陆盆地沉积的物质来源地。

松潘-甘孜弧形褶皱区过去曾被笼统地划归为松潘-甘孜地槽褶皱系，但有关资料表明，该区出露的寒武系—中奥陶统宝塔组灰岩与扬子准地台区的完全相同，其他古生界沉积层有的虽有差别，但也多属稳定的地台型沉积，这或许正是郭勇岭 1963 年提出若尔盖地块存在的依据，其后的地质观察、物探异常及卫星照片判读等都相继提供了有关若尔盖地块存在的证据，任纪舜等则于 1980 年肯定了若尔盖隐伏地块的存在。弧形褶皱区大约在中生代初期开始向地槽转化，中一晚三叠世为地槽发育的鼎盛时期，至晚三叠世末的印支运动使地槽回返，隆升为陆。在地槽期后沉积了山间盆地型的诺立克阶小塘子组磨拉石建造，并不整合于下伏地层之上，缺失侏罗—白垩纪沉积。这表明弧形褶皱区在中生代的沉积和古地理环境与扬子地台区截然不同。在构造上有其独立的构造分区性。

我们所指的弧形褶皱区与若尔盖地块有一定的重合，但弧形褶皱构造分布的地带远远超出了若尔盖地块的范围。在深部探测剖面所经过地带及附近，由北往南分布有红原弧、小金弧、金汤弧等构造。它们均位于东经  $102^{\circ}30'$  线附近，由北而南错列叠置，弧顶一律朝南突出，曲率依次增大。

红原弧形构造带，展布在阿坝、红原及龙日坝一带，由久治-康克复向斜、安布洛-军马场复背斜、安羌逆冲断裂带等一系列弧形褶皱及弧形逆冲断层组成，弧顶位于龙日坝附近。出露的地层主要为三叠系中、上统。

小金弧形构造带，位于红原弧形构造带之南，西起金川，东达理县，南到小金附近，由一套弧形断褶带构成。构造带较宽，弧顶开阔，主要发生在中、上三叠统地层中，东翼局部涉及下三叠统和上部古生界的泥盆系、石炭系、二叠系。

金汤弧形构造带，位于小金弧形构造带之南，与小金弧形构造带紧邻。主要发生在古生界地层之中，被卷入的地层包括奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系及三叠系等，由重叠的弧形褶皱带与逆冲断层构成，弧顶在金汤与宝兴之间，弧顶的曲率较大。

松潘-甘孜弧形褶皱区内除了印支期岩浆岩外还有许多燕山期酸性花岗岩，少量中性闪长岩和碱性正长岩体分布，沿剖面遇到的规模较大的岩体有羊拱海花岗岩体和年保玉则花岗岩体，其余岩体均较小。

松潘-甘孜弧形褶皱区的弧形构造，可能是发育在盖层之中的表层滑脱推覆构造现象，与结晶基底构造不一定完全符合一致。有的地质学家发现龙门山以西地表构造走向为北东方向，但航磁异常延拓结果显示的深部构造近于南北走向。新近出版的《青藏高原的构造体系特征与高原的形成演化》<sup>[32]</sup>一书，在第二章中的经向构造体系及南北向构造带一节中指出，在东经  $101^{\circ}$ — $104^{\circ}$  间存在一条川-滇-湖东（青海湖）南北构造带，其东缘为岷江南北构造带，西缘为柯多-齐哈玛-查理南北向断裂带。松潘-甘孜弧形褶皱区恰处此带的中段。沿

南北向构造带，除了松潘-甘孜弧形褶皱区的弧形构造外，向北，在小金弧形构造带的北东还有校场弧，在甘肃省境内有武都弧、文县弧、白马弧等弧形构造带；向南，在金汤弧形构造带以南还有木里弧、盐源弧，在云南省境内有通海弧等一系列弧形构造出现。如果再举目北望，还可以看到一系列规模更大的弧形构造，如武威-中卫弧、合黎山-雅布赖山弧、蒙古弧及贝加尔弧等。这一系列的弧形构造都集中成带地分布于东经 $100^{\circ}$ — $101^{\circ}$ 之间，无疑是一种地壳表层由北往南推挤的塑性流变现象，绝非偶然，肯定有其深部及表层原因，值得进一步研究和探讨。

## 二、巴颜喀拉褶皱带

这里所说的巴颜喀拉褶皱带，系指西起玛多县杂么尔，向东经玛沁县昌麻河、拉充泽龙及甘德县安拉等地，东端终止于松潘-甘孜弧形褶皱区的西缘（或与之部分复合），界于阿尼玛卿山南断裂与炉霍-康定深断裂之间的褶皱地带。褶皱带内主要出露地层为中、上三叠统，通常称为巴颜喀拉山群，为碎屑岩组成的复理石建造，其中缺少火山岩建造，厚度在10000m以上。主要构造为中、上三叠统构成的北西-南东走向的线状褶皱，其次为与褶皱轴线基本一致的北西-南东向的走向逆冲断层，断层面一般倾向北东，少数倾向南西，地震地质调查证明这些断层现今具有左旋扭动性质。

花石峡—简阳剖面段在玛沁县的昌麻河附近穿过阿尼玛卿山南断裂，此断裂规模较大，走向 $300^{\circ}$ ，倾向 $N30^{\circ}E$ ，倾角 $60^{\circ}$ — $70^{\circ}$ ，属逆冲断层，上盘地层为下二叠统碎屑岩，下盘地层为巴颜喀拉山群上亚群，总长约300 km以上。沿断裂带经常见到酸性岩浆岩体分布，如吾合玛、南木它、尼龙嘎卧等印支期似斑状黑云母花岗岩和下仓界石英二长斑岩等岩体，都分布在这条断裂带附近。在构造上，断裂带实为巴颜喀拉褶皱带与阿尼玛卿断褶带的分界断裂。其南侧还有与之平行、相距不远、性质相似的舌狼贡玛-西隆断层。

## 三、阿尼玛卿断褶带

阿尼玛卿断褶带，位于巴颜喀拉褶皱带以北，带内出露地层主要为二叠系及下三叠统的复理石建造，其中含中基性火山岩及少量碳酸盐岩；其次有石炭系的片岩、结晶灰岩及大理岩。缺失中、上三叠统。侏罗系为陆相含煤碎屑岩，不整合于下伏地层之上。白垩系及第三系为山间盆地型沉积，零星分布在断裂带附近。

阿尼玛卿断褶带虽然宽度不大，但断裂相对发育，且多为北西西的走向逆冲断层，故地层之间都呈断裂接触关系，唯有侏罗系、白垩系及第三系等与下伏地层呈角度不整合接触。主干断层性质近乎一致，但并不平行，时而分叉，时而合并。规模较大的褶皱形态都不完整，常被断层所破坏。沿断层带常见到片状或片麻状变质砂岩、千枚岩、片岩、片麻岩及混合岩组成的片理化带。

沿断褶带，除了动力变质现象外，断裂附近还见有“蛇绿混杂砾岩”及“蓝片岩”化出现，东段（阿拉克湖以东）断续有镁铁质超基性岩体出露，构成长达200 km的超基性岩带，岩体与石炭、二叠系围岩均呈热侵位接触关系，大多属华力西晚期产物。吴向农等

(1989)<sup>①</sup>认为,该区的所谓“蛇绿混杂砾岩”及“蓝片岩”不能与板块俯冲机制产生的蛇绿混杂堆积和蓝片岩带对比。

该带的另一特点是带内分布有大量的所谓“外来岩块”,这种岩块的规模差别很大,形态和产状也不尽相同,大多由石炭及二叠系的碳酸盐岩组成。持板块说观点的人认为,它们是板块俯冲消减带的产物,但是吴向农等发现,带内的三叠系属中、下统,与其北侧的另一构造单元——柴南褶带的三叠系相同,而在昌麻河北东亦见有南侧的巴颜喀拉山群下亚群不整合在下二叠统之上,因而他们认为阿尼玛卿断褶带在早、中三叠世与其北邻的柴南褶带的海水相通,同处一个海域,在中、晚三叠世与其南邻的巴颜喀拉褶皱带的海域也有相通连之处,即博卡雷克塔格-玛沁断裂带在早、中三叠世,甚至在中、晚三叠世都不是俯冲消减带。

博卡雷克塔格-玛沁断裂带是阿尼玛卿断褶带与其北邻的柴南褶皱带的分界断裂,前人称为昆南断裂或秀沟-玛沁断裂。此断裂带已超出花石峡—简阳剖面段的探测范围,故不赘述。

#### 四、龙门山断裂带

龙门山断裂带位于松潘-甘孜弧形褶皱区的东侧,西起茂汶-汶川断裂带,东至安县-灌县断裂带。茂汶-汶川断裂带、安县-灌县断裂带及位于构造带中部的北川-宝兴断裂带,是龙门山断裂带的三条主要次级断裂带。其中的北川-宝兴断裂带,在龙门山中段似乎是一条最重要的断裂,因为该断裂的东侧,即断裂带的下盘,出露的地层为一套未变质的上部为古生界及中生界稳定台型浅海相沉积和陆相沉积地层,应属扬子地台的组成部分;而断裂的西侧,即断裂带的上盘,出露一套浅变质的古生界及浅变质的中生界三叠系地层,属西部松潘-甘孜地槽褶皱系的组成部分,后者推覆或逆冲到前者之上。所以北川-宝兴断裂带实质是两大构造带之间的主要分界断裂带。

据宋文海等<sup>[27]</sup>、曾宪顺等<sup>[28]</sup>、何军等<sup>[26]</sup>发表的有关龙门山北段的石油地震勘探结果表明,北川断裂带与南坝断层相当,南坝断层可作为一个推覆构造看待。其东侧的安县-灌县断裂带只是扬子准地台内二级构造单元之间的分界断裂带,它在南段灌县附近表现为低角度的推覆构造,但在中段,即安县附近则表现为逆掩或逆冲断层,在北段虽然多数文献仍称其为推覆构造,实际上它们只是逆冲断层而已(图 2-2,图 2-3)。西侧的茂汶-汶川断裂可能是地槽褶皱带的边缘断裂带,据地表观察,断裂面仍向西倾,但倾角不会很缓,很可能是一高角度的逆冲断层,并非推覆构造。

龙门山断裂带显然为一正向隆起构造带,在安县-灌县断裂带与茂汶-汶川断裂带之间,主要出露了上部古生界地层,在南段还有结晶基底出露,即以往所称宝兴杂岩、紫石关杂岩及彭灌杂岩等,主要由前震旦纪结晶片岩、片麻岩、混合岩组成,有的文献认为它们与康定杂岩的组成和时代相当。其中也有含铬超镁铁质岩石。如果它们确与康定群相当,其中可能也有麻粒岩或角闪岩相岩石。据袁海华(1987)报道<sup>[16]</sup>,康定群是康滇地区最古老的岩石,其 U-Pb 法同位素年龄为 2451Ma,应属晚太古代或早元古代的结晶基底,其中有

① 吴向农等著,1989,《青海省区域地质志》,第八册,构造(送审稿),青海省区域调查综合地质大队。





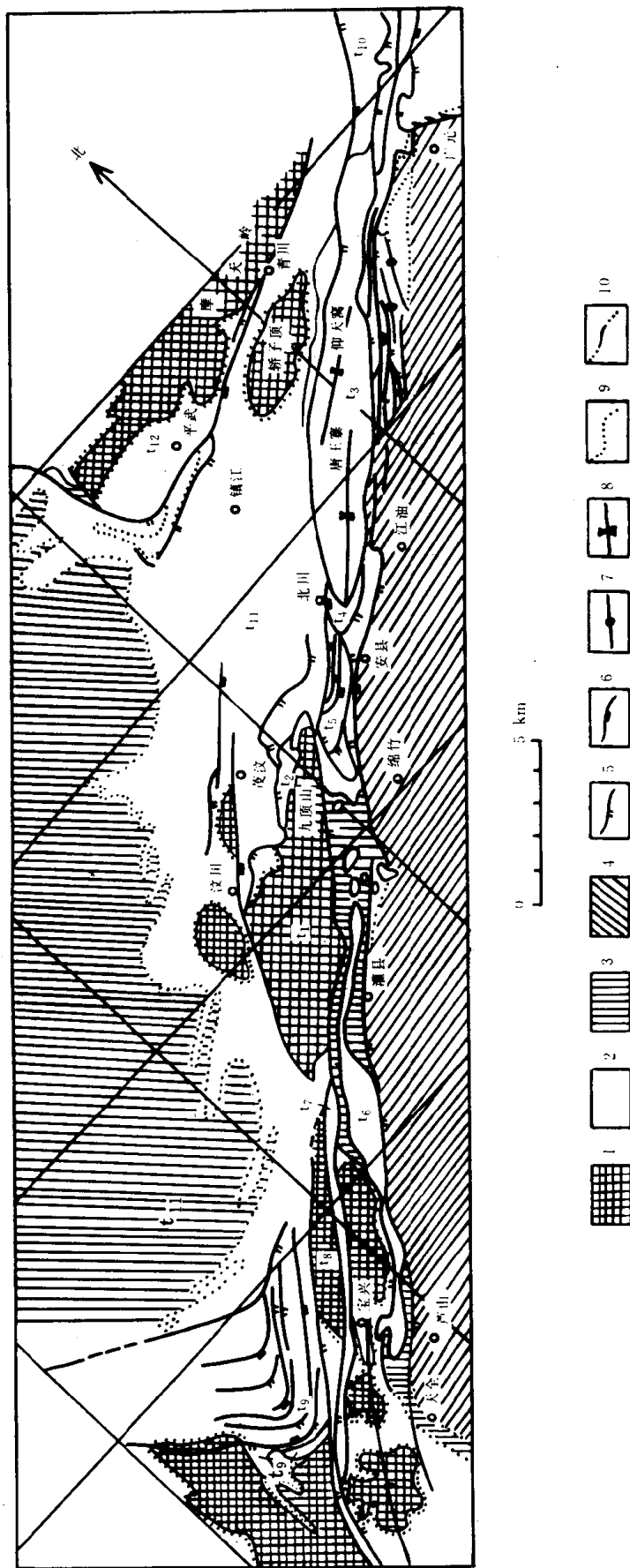


图 2-4 龙门山推覆构造带简图

(引自赵友年资料)

Fig. 2-4 Simplified map of Longmen Mountain nappe structure

- 1 前震旦系结晶岩块; 2 古生界(包含上震旦统及下、中三叠统); 3 上三叠统; 4 侏罗系; 5 第三系; 6 下第三系; 7 逆断层; 8 背斜轴; 9 向斜轴; 10 向斜轴;
- 9 不整合地层界线; 10 实测及推测地层界线推覆构造索引;  $t_1$  彭灌推覆体;  $t_2$  九顶山推覆体;  $t_3$  唐王寨-仰天窝推覆体;  $t_4$  擂鼓坪推覆体;  $t_5$  太平场推覆体;
- $t_6$  灌-宝飞来峰群;  $t_7$  五龙推覆体;  $t_8$  大网包推覆体;  $t_9$  金汤弧形推覆构造;  $t_{10}$  吉林推覆体;  $t_{11}$  镇江推覆构造;  $t_{12}$  摩天岭推覆构造