

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第8号

青海省及毗邻地区
变质地带与变质作用

青海省地质科学研究所 王云山 陈善敏 主编

地质出版社

12
306
141
6

381

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第6号

青海省及毗邻地区变质 地带与变质作用

青海省地质科学研究所
王云山 陈基娘 主编

9206/17



524553

-55



CS000 13754

地质出版社

内 容 简 介

本书在综合该区1949年以来区调普查和多年实践所积累丰富实际资料基础上,运用新的理论方法,首次对青藏高原北部地区的变质期次、变质单元、变质作用类型进行了划分,重点对该区十八个变质地带的变质岩系、变质带、变质相和变质相系、温压条件进行了系统的总结,并讨论了该区变质作用时、空变化规律;对岩浆作用、变质成矿作用和地壳演化也进行了较深入的探讨,提出新的认识与观点。文中所附的一批数据证实该区存在早元古代地层,连同最近发现的麻粒岩,表明塔里木与柴达木为同一变质单元。本书可供从事科研、教学和普查勘探的地质人员参考使用。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第6号

青海省及毗邻地区变质地带与变质作用

青海省地质科学研究所

王云山 陈基娘 主编

责任编辑:罗正华 谷明华

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: 16⁷/₈ 铜版插页: 4 页 字数: 396,000

1987年10月北京第一版·1987年10月北京第一次印刷

印数: 1—1,600册 国内定价: 7.05元

ISBN 7-116-00121-2/P·106

统一书号: 13038·新406

(附彩图一张)

前 言

青海省及毗邻地区广泛出露有低级-高级变质岩系。从早元古代—中生代漫长的地质历程中,各时代的地层和岩石遭受了极为复杂的构造作用与变质作用,形成各种变质作用类型和变质作用特征的变质岩系。变质作用是地质作用中的一个重要组成部分,从变质作用这一侧面来研究本区各个时期的热事件、大地构造与地壳演化,探讨成矿作用条件是极其必要的。

本文是专题成果的集中反映。工作始于1981年,系《全国变质地质图编制与研究》项目中青海省部分,由青海省地质矿产局所属的青海省地质科学研究所承担,各专业地质队协助。为了进一步全面地认识祁连山、阿尔金山与唐古拉山变质作用特征,从1984年开始研究范围扩及与青海省毗邻的地区。专题工作中采用野外调查与室内研究相结合,专题组与局属各地质队密切配合的方法,对一些重大地质问题通过成果的交流,统一了认识,某些争议较多的问题继续深入进行野外复查。共采集岩石薄片500块,同位素年龄样68个(铀铅法样品23个,钾氩法样品35个,铷锶法等时线二条, $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ 样品8个),变质岩全分析样品14个,单矿物全分析样22个,X光分析(测定 b_0 值)10个,包体测温样10个。复查岩石薄片10 000片,收集岩矿鉴定报告20 000份以上,各类变质岩编录卡片千余张,较系统的查阅了73份1:200 000区调地质报告与六幅1:1000 000区调地质报告。

本专题是按照《全国变质地质图编制与研究》的统一要求,结合青海省及毗邻地区的区域地质背景,从变质作用这一侧面,联系沉积作用、构造作用与岩浆作用,试图阐明本区大地构造发展与地壳演化特征。运用我国变质岩石学家程裕淇、董申保教授的理论方法,比较系统的研究了变质作用全过程——起始阶段、进行阶段(变质矿物共生组合、温压条件、变质带、变质相与相系划分)与终了阶段(混合岩化作用与花岗质岩石的形成)。这样,才能比较全面的认识各地史阶段的变质作用特征和变质旋回的划分,从而为探讨本区的地壳演化与地幔热流历史打下良好基础。所附1:2 000 000青海省及毗邻地区变质地质图是在青海省及邻区1:1 000 000地质图基础上,依据历年在本区进行的区域地质调查、矿产普查和专题研究成果,由青海省地质科学研究所主编;1:2 000 000专业地理图由青海省化探队编制。

通过专题研究,初步总结了本区变质岩系时空分布规律,岩石组合特点,划分出五个I级变质单元,十八个变质地带;区内发生过六次变质作用,其中以吕梁期、加里东期与印支期为主要变质期;依据400余条变质地层剖面分析与数万个岩石薄片鉴定资料归纳,总结出六个变质带,六种变质相,三种变质相系与一个中间类型的中低压相系。对本区花岗质岩石按成因类型重新做了划分,将东昆仑山、中祁连山及柴北缘变质地带内之片麻状花岗岩列为地壳重熔型的混合花岗岩,划归早元古代期(γ_1^1)。本文对区内变质矿产也作了简要介绍。文章最后以变质作用为主线,阐述了本区地壳演化特征与热流变化历史,划分出元古代变质旋回、加里东期变质旋回、华力西-印支期变质旋回及燕山旋回。结合本区大地构造发展特色,文章指出区内经历了三次克拉通化,两次重大地质事件;并认为

席卷东南亚的规模宏伟的印支运动在本区也是十分强烈的，形成引人注目的三条构造推挤带，从而结束了青藏高原北部地槽沉积历史，高原北部大陆地壳形成。

本项目技术指导是青海省地质矿产局王万统总工程师，主编是王云山、陈基娘，参加者有孙勇、曹群、殷秋芳（承担过渡性图件、编稿图及插图清绘工作）、郭相如（承担样品采集），图版照像由高振宏以及附图分版，清绘由杨燕、钟海琴、唐翠梅负责。

全文承蒙董中保教授、沈其韩研究员以及《全国变质地质图编制与研究》项目协调小组贺高品副教授、张寿广工程师审阅，提出宝贵意见，工作过程中得到青海地质矿产局、局属各专业地质队各级领导关心和支持，青海省广大岩石地质工作者无私的提供宝贵资料，使这次难度较大的科研工作，在人力十分单薄的情况下得以顺利完成，我们表示衷心感谢。

《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 13754

目 录

概述.....	1
第一章 变质地层与区域地质特征概述.....	4
第一节 变质地层划分与时代确定依据.....	4
第二节 区域地质特征简述.....	34
第二章 变质作用类型、变质期次、变质单元划分.....	42
第一节 变质作用类型.....	42
第二节 变质期次划分.....	47
第三节 变质单元划分.....	55
第三章 变质岩系与变质作用.....	65
第一节 塔里木-阿拉善变质地区.....	78
第二节 祁连山变质地区.....	90
一、北祁连变质地带.....	90
二、中祁连变质地带.....	113
三、南祁连变质地带.....	131
四、拉鸡山变质地带.....	134
第三节 柴达木变质地区.....	143
一、索尔库里变质地带.....	143
二、柴达木盆地北缘变质地带.....	145
三、拉配泉、赛什腾山-沙柳河、祁漫塔格变质地带与纳赤台-布尔汉布达山南坡变质地带.....	159
四、柴达木盆地变质地带.....	169
五、柴达木盆地南缘变质地带.....	170
第四节 巴颜喀拉山变质地区.....	184
一、宗务隆山变质地带.....	185
二、同德-泽库变质地带.....	187
三、阿尔喀山-阿尼玛卿山变质地带.....	189
四、巴颜喀拉山变质地带.....	192
五、西金乌兰湖-玉树变质地带.....	193
第五节 唐古拉山变质地区.....	196
一、唐古拉山变质地区变质岩系.....	197
二、唐古拉山变质地区变质岩石类型.....	200
三、唐古拉山变质地区变质带、变质相及变质相系的划分.....	202
第六节 混合岩与花岗质岩石.....	207
第七节 有重要意义的岩石类型及地质体.....	213
第四章 变质矿产简介.....	221
第五章 变质作用与地壳演化.....	224

结束语	235
图版说明	236
附：变质岩中常见矿物代号	246
参考文献	247
英文摘要	249
附图：青海省及毗邻地区变质地质图 (1:2 000 000)	

Contents

Introduction	1
Chapter 1 An Outline of Regional Geological Features	4
1.1 Division and Age of Metamorphic Stratigraphy	4
1.2 Regional Geological Structures and Magmatic Activities	34
Chapter 2 Classification of Metamorphic Types, Phases and Units	42
2.1 Metamorphic Types	42
2.2 Determination of Metamorphic Phases	47
2.3 Determination of Metamorphic Units	55
Chapter 3 Metamorphic Sequences and Metamorphism	65
3.1 Tarim-Alxa Metamorphic Region	78
3.2 Qilian Mountain Metamorphic Region	90
3.2.1 Northern Qilian Metamorphic Zone	90
3.2.2 Central Qilian Metamorphic Zone	113
3.2.3 Southern Qilian Metamorphic Zone	131
3.2.4 Lajishan Metamorphic Zone	134
3.3 Qaidam Metamorphic Region	143
3.3.1 Xorkol Metamorphic Zone	143
3.3.2 Northern-Margin Metamorphic Zone of Qaidam Basin	145
3.3.3 Lapeiquan Saishitengshan-Shaliuhe and Qimantage Me- tamorphic Zones and Southern-Slope Metamorphic Zone of Naweitai-Burhan Budai Mountain	159
3.3.4 Qaidam-Basin Metamorphic Zone	169
3.3.5 Southern-Margin Metamorphic Zone of Qaidam Basin	170
3.4 Bayan Har Mountains Metamorphic Region	184
3.4.1 Jun Ul Mountain Metamorphic Zone	185
3.4.2 Tongde-Zekog Metamorphic Zone	187
3.4.3 A'erkashan-Anyemaqen Mountains Metamorphic Zone	189
3.4.4 Bayan Har Mountains Metamorphic Zone	192
3.4.5 Xijinniaolanhu-Yushu Metamorphic Zone	193
3.5 Tanggula Range Metamorphic Region	196
3.5.1 Metamorphic Sequences	197
3.5.2 Metamorphic Rock Types	200
3.5.3 Metamorphic Characteristics—Classification of Metamor- phic Zones, Facies and Facies Series	202

3.6 Migmatites and Granitic Rocks.....	207
3.7 Significant Rock Types and Geological Bodies.....	213
Chapter 4 A Brief Account of Metamorphic Minerals	221
Chapter 5 Metamorphism and Crustal Evolution.....	224
Conclusions	235
Explanations of Plates.....	236
Appendix: Symbols for Common Metamorphic Minerals.....	246
References	247
Abstract in English	249
Attached Map: Metamorphic Geological Map of Qinghai Province and Its Adjacent Areas, PRC (1:2 000 000)	

概 述

本文主要对唐古拉山(班公湖-丁青断裂带以北)至祁连山地区所出露的元古代—中生代变质岩系进行综合研究。行政区划主要属青海省,毗邻部分属甘肃省、新疆维吾尔自治区、西藏自治区和四川省。地理座标:东经 89° — 103° ,北纬 32° — 40° (图1)。

一、工作区山川地势简介

青海省位于青藏高原东北部,层峦叠嶂、地势高耸,拥有著名的唐古拉山、巴颜喀拉山、昆仑山、阿尔金山和祁连山,是“世界屋脊”重要组成部分,也是“三江”(金沙江、澜沧江、怒江)和黄河的源头。群山环绕的柴达木盆地和我国最大的咸水湖——青海湖,壮观的现代冰川,广阔而平坦的高山平原、高原上的湖泊群,这些都是青藏高原北部地区独特的自然景观。

(一) 山脉

北东东走向的阿尔金山与北西走向的祁连山,在当金山口附近衔接,呈一向北凸出的弧形,构成青藏高原北界。祁连山脉长约1000km以上宽约200—300km,它是由五条大致平行展布的北西或北西西向山脉组成(图1)。祁连山北部地形险峻,比高大,现代冰川发育。东昆仑山横亘于青海省中部,犹如一道屏障,崛起于柴达木盆地之南。它由三条山脉构成——西北支祁漫塔格山;中为雪岭连绵的博卡雷克塔格山、布尔汉布达山,呈近东西向延伸,布喀达坂峰6860m,东南支为布青山-阿尼玛卿山,玛卿岗日峰6282m。可可西里山-巴颜喀拉山是印支期造山带,经强烈准平原化作用,致使峰岭低缓,西部闭塞湖泊星罗棋布。唐古拉山为北西西向延伸,冰川极为发育,格拉丹东主峰高6621m。

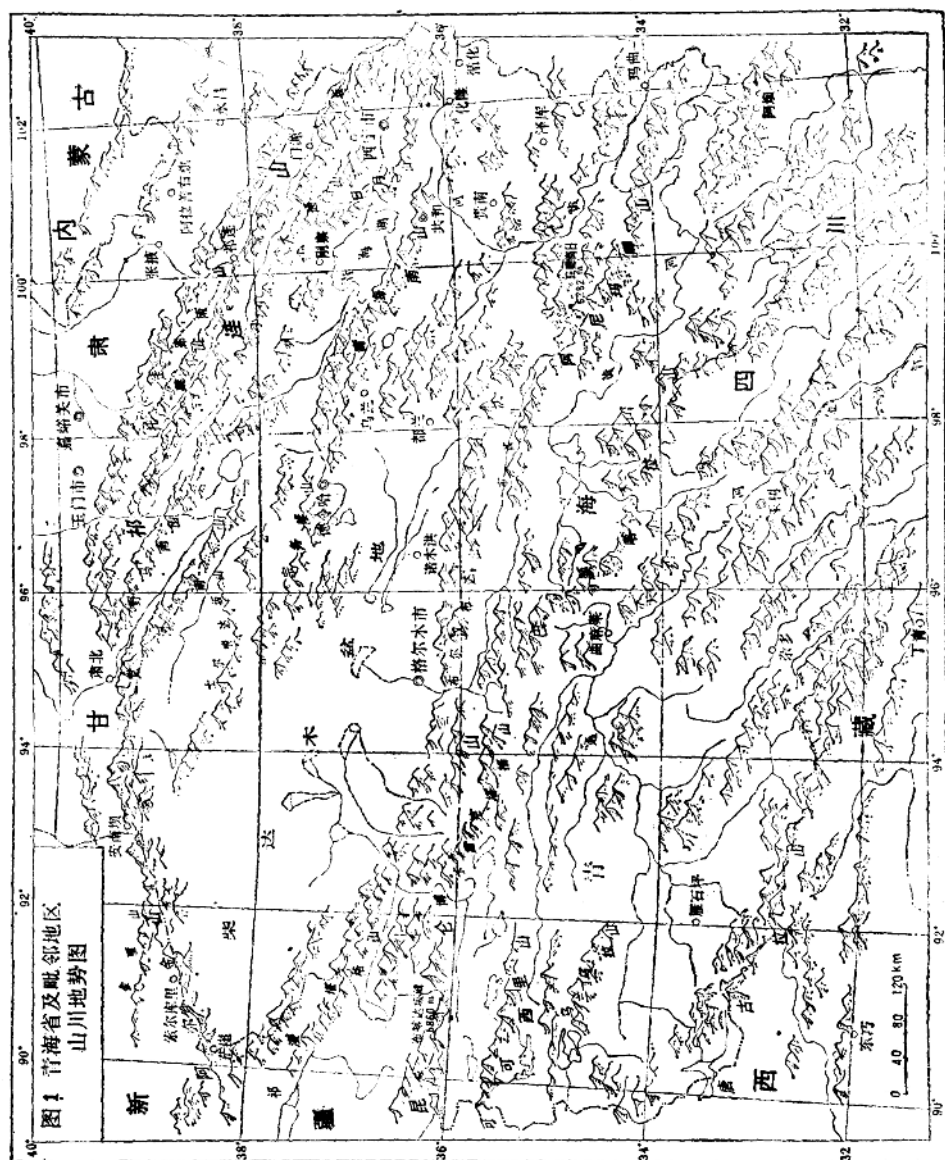
柴达木盆地是在中、新生代形成的断陷盆地,状似三角形,面积约210000km²,是我国大型的内陆干旱盆地之一。盆地海拔2675—3200m。盆地东部低,为近代三湖(台吉乃尔湖、达布逊湖、霍布逊湖)分布区。较大的盆地还有共和、西宁等盆地。

(二) 水系与湖泊

主要河流均与山脉走向平行展布。大致以乌兰乌拉山、东昆仑山、日月山、托素山-冷龙岭一线分水岭为界,以东为外流水系,以西为内陆水系(参阅图1)。

本区外流水系十分发育,素有江河源头之称。黄河源头在羊果拉泽(雅合拉达合泽山),约古宗列曲汇集卡日曲后注入扎陵湖、鄂陵湖,绕阿尼玛卿山东流转北,于河口西汇集祁连山诸水——大通河、湟水等浩浩荡荡进入黄土高原。长江源于唐古拉山主峰格拉丹东。上游沱沱河汇集木曲、冬曲、当曲、楚玛尔河诸水后则称通天河,过直门达则进入高山峡谷区,称金沙江。澜沧江水系源出于唐古拉山东端北坡,怒江源出于唐古拉山南坡。上述“三江”,由北西往东南流,进入横断山脉区则成南北流向。

区内主要有二大内陆水系汇水区,一为柴达木盆地,另为河西走廊,其次在祁连山腹地还有苏干湖,哈拉湖和青海湖汇水区。青海湖是我国最大的内陆湖,面积约4200km²,水深28m。湖盆长轴呈北西西向,与区域构造线方向一致。



二、变质岩系研究简史

本区处于高寒地带,人烟稀少,交通闭塞,变质岩的研究程度很低。解放前仅有少数地质学家涉足青海湖北部地区、大通河下游毛毛山、祁连山及柴达木盆地。考察仅限于自然地理、地质构造方面,而对变质岩只做了些零星工作。1938年孙健初调查敦煌、玉门及祁连山北麓一带地质时,将花岗片麻岩、石英云母片岩及大理岩组成的变质岩系划归元古代,并命名“敦煌系”^[1]。1948年宋叔和^[2]对皋兰变质岩进行了较详细的工作,划分出绿泥石带、黑云母带、石榴石带。1946年李树勋自西宁—阿尔金山进行考察,著有《柴达木盆地报告》,对盆地是古陆块的说法表示怀疑。

解放后,社会主义建设对矿产资源的需要,地质调查队伍挺进柴达木、祁连山,并继续开展了1:200 000区测。六十年代中期又对青海南部、西藏北部开展1:1 000 000区测工作,从而基本上消灭了青海省“地质空白区”。1955年严济南^[3]将祁连山变质带由北而南划分为:“构造岩带、绿泥石片岩带、黑云母片岩带、角闪岩带、矽线石带和斜长石结晶片岩带;”并认为“地层变质的深浅,在某些地方与花岗岩侵入体有显著关系”。1956—1958年中国科学院祁连山地质队^[4],将祁连山地区变质岩系划分为:1.较深变质的前寒武纪变质岩带;2.早古生代浅变质岩带;3.晚古生代—中生代浅变质岩带。并认为:1.祁连山的接触变质作用并不十分明显;2.柴达木盆地北缘(以下简称柴北缘)的震旦纪是未变质的;3.古生代及其以后的地壳运动,对中祁连山的前寒武纪变质岩,可能由于加里东运动的影响,在某些地方发生退变现象。1956年张文佑认为柴达木盆地基底是由“片麻岩和花岗岩构成的”^[5]。

从1955年开始,原地质部632队对柴达木盆地边缘出露的变质岩系进行研究,由于在欧龙布鲁克、全吉山发现了不整合在变质岩系之上的未变质的震旦系,故将变质岩系之时代确定为前震旦纪,首先并将以片麻岩为主的深变质岩系命名为达肯大坂系,与敦煌系对比,将绿片岩浅变质岩系命名为锡铁山系,与“南山系”^①对比。尔后朱夏著文^[6],对盆地变质岩系做了归纳,认为“阿尔金山属于由古老变质岩系构成的结晶基底”,岩石以片麻岩、花岗片麻岩、绿色片岩为主,并有云母片岩及大理岩,并将盆地北缘划分出变质岩带和“完全没有变质”的震旦纪、早古生代与晚古生代沉积带。

从六十年代初期开展的1:200 000区测填图工作,对变质岩做了一些基础工作。研究了变质岩成分、结构、构造、岩石化学组分及微量元素变化,以及原岩恢复等,有的图幅还对变质带、变质相进行了初步划分。但是,对变质岩系的综合研究仍然是十分薄弱的,特别对变质作用的特征及其成因,变质作用与地幔热流的关系及其它地质作用的相互关系,缺乏分析和研究。

① 谢家荣,1935年调查“甘肃北部地形地质”时,将洛采(L. Loczy)命名的南山砂岩系,订正为南山系。

第一章 变质地层与区域地质特征概述

第一节 变质地层划分与时代确定依据

青藏高原北邻塔里木-阿拉善地块,南依印度地块,东接秦岭地槽,东南为扬子地块西缘。在周围地块严格制约的空间内,青藏高原经历了复杂的演变历程,发育有沉积型相齐全的变质地层与岩石组合,形成为世人关注的独具一格的地质特征。

变质地层划分与时代确定是研究变质作用的基础,也是总结变质作用时、空变化规律的重要前提。因而,变质地层时代的确定是项不容忽视的基础工作,往往由于地层划分混乱,给变质作用研究带来困难。变质地层的归并一般是依据不整合关系、沉积型相的一致性、岩石地层组合相近,变质作用发生、发展的旋迴性以及地壳发展的阶段性等方面,变质地层划分结果与构造层划分基本相似。本区变质地层主要特点有:1.变质地层在空间分布上二分性明显,大致以北纬36°线为界,北部以元古界与下古生界为主,南部为上古生界与中生界。北部地区早元古代与早古生带地层具有活动带特点,属地槽型沉积,震旦纪与晚泥盆世—三叠纪时出现二次盖层沉积;南部晚古生代—中生代变质地层以地槽型沉积为主体,过渡型与盖层沉积次之,属特提斯海范畴。活动带随着时间的更新,由北向南迁移,大陆地壳亦不断扩大。从晚古生代开始,大致以中祁连山为界,以北逐渐转为陆相地层,生物群属北方型,以南则海相为主,属南方型生物群,中生代属特提斯海生物群。2.变质岩系时代上由老至新的变化表现为早元古代以中高级变质岩系为主,高绿片岩相—麻粒岩相的多相变质,但以角闪岩相为主;从中元古界—古生界为低级变质岩石,以面型单相变质为主,均属低绿片岩相,少数为亚绿片岩相。广泛分布的三叠系变质程度趋向很低级,主要为板岩—千枚岩级低绿片岩相和亚绿片岩相。3.依据变质地层归并原则,本区变质地层可组合成六个基本单位:(1)下元古界[P_{Ec}(Pt₁)](前缀P_{Ec}表示吕梁变质期)(2)中元古界[P_{Ec}(Pt₂)](前缀P_{Ec}表示晋宁变质期),(3)下古生界[C(P_{z1}), C(Z—O₂), C(ε₂)](前缀C表示加里东变质期),(4)上古生界[V(D₃—C), V(C—P), V(C_{zh})](前缀V表示华力西变质期),(5)上古生界—三叠系[I(D₃—T), I(D₂—T), I(P—T), I(T_{3y}), I(T_{3bt}), I(T_{3el}), I(T_{3bb})](前缀I表示印支变质期),(6)侏罗系—白垩系[Y(J_{2ys}—J₃), Y(J—K), 和Y(C—P), Y(D₂—P)](前缀Y表示燕山变质期)(参阅表1—1)。

一、下元古界

主要分布于塔里木-阿拉善变质地区,柴达木变质地区,祁连山变质地区,零星见于唐古拉山变质地区,略呈三个条带分布。塔里木-阿拉善变质地区西部下元古界称敦煌群,东部称阿拉善群或龙首山群;祁连山变质地区下元古界分布于东段和西段,中间被中新生

表 1-1 青海及毗邻地区变质地层划分简表

地区 变质 年龄 (Ma)	唐古拉山变质地区		巴颜喀拉山变质地区					柴达木变质地区					祁连山变质地区		塔里木-阿拉善变质地区			
	V ₃	V ₂	V ₁	IV ₅	IV ₄	IV ₃	IV ₂	IV ₁	III ₆	III ₅	III ₄	III ₃	III ₂	III ₁	II ₃	II ₂	II ₁	I
Y (J)	Y (D ₂ -P, C-P)		Y (J-K)															
190	Y (T ₄ dt, T ₃ gt, J ₃ gt, J ₃)		I (T ₃ bb, T ₃ gt)															
I (T)	Y (J, J-K)		I (T ₁ -T ₂)															
230			I (T ₁ -T ₂)															
(P)			V (D ₃ -C)															
V (C)			V (D ₃ -C)															
(D)			V (D ₃ -C)															
400			V (D ₃ -C)															
(S)			V (D ₃ -C)															
(O)			V (D ₃ -C)															
C (E)			V (D ₃ -C)															
(Z)			V (D ₃ -C)															
850			V (D ₃ -C)															
P ∈ (P ₁)			V (D ₃ -C)															
1500			V (D ₃ -C)															
P ∈ (P ₁)			V (D ₃ -C)															
2500			V (D ₃ -C)															

注: 不整合; ----- 平行不整合; ===== 断层; 关系不清; |||| 缺失; C(P₂) 等符号说明见附图。

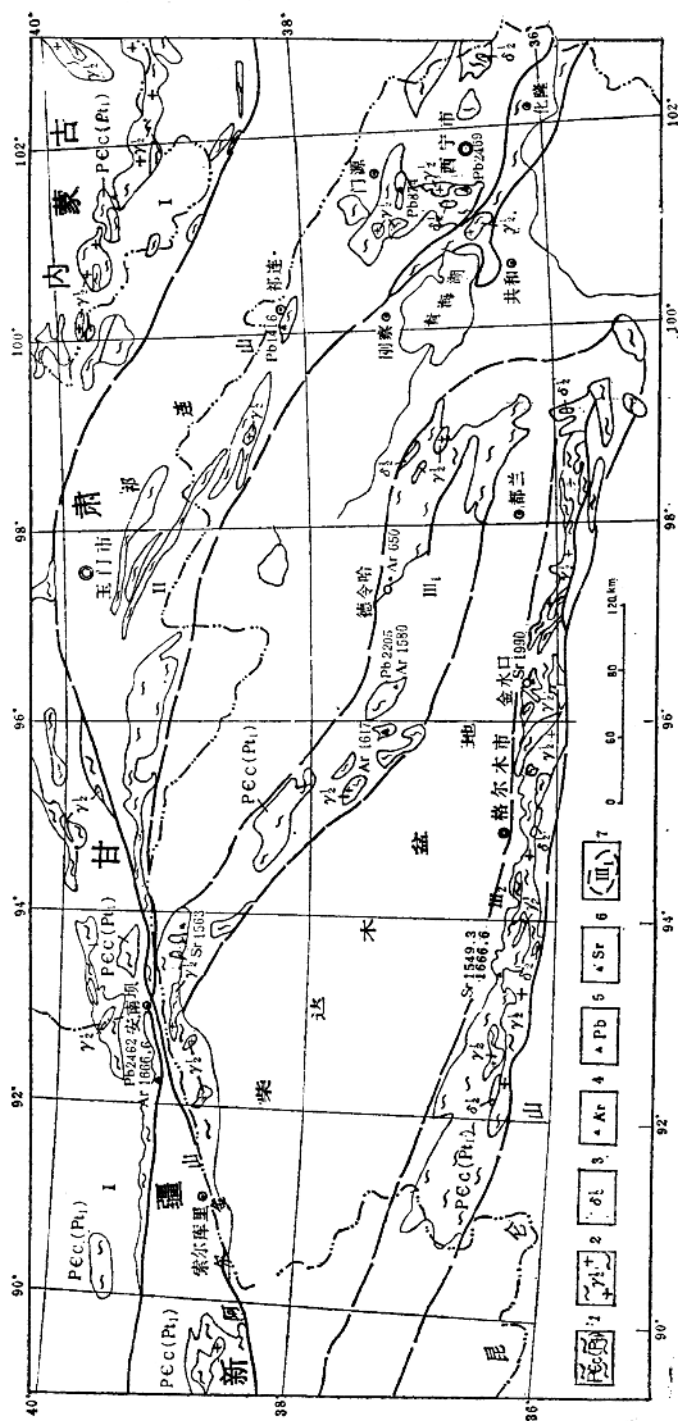


图 1-1 青海省北部地区下元古界及年龄值样品分布图

1—下元古界露头；2—吕宋斯混合花岗岩；3—吕宋斯闪长岩；4—钾铷法测定年龄值 (Ma)；5—铀铅法测定年龄值 (Ma)；6—铀钍法测定年龄值 (Ma)；7—露头边界及编号