

中国地质大学 联合考察
西藏第二地质大队

西 藏

阿里地质

郭铁鹰 梁定益 张宜智 赵崇贺 等著

中国地质大学出版社

中国地质大学 联合考察
西藏第二地质大队

西 藏 阿 里 地 质

王鸿祯 杨遵仪 池际尚 郝诒纯 刘增乾 指导

郭铁鹰 梁定益 张宜智 赵崇贺 等著

中国地质大学出版社

内 容 简 介

本书系西藏阿里地质调查的重要研究成果,是对该区地质特征第一次深入全面的系统总结。青藏高原西部的阿里,地处亚洲腹地,是尚待开发的处女地。作者运用野外科考获得的大量实际资料,对研究程度很低的阿里地区的地层、沉积岩、火山岩、蛇绿岩、中酸性侵入岩、变质岩作了多学科的综合研究。在此基础上,还对这一地区构造格局进行了综述,并从大陆岩石圈“开”、“合”演化的角度,研讨了该区前寒武纪基底的形成和古构造意义;古生代地台盖层和晚古生代冈瓦纳相冷水动物群与扬子区系暖水动物群的发育特点,及其与相邻震旦纪前地台的关系;以及中生代大陆地壳多次裂解—聚合的地史变革历程,进而为青藏高原地壳构造演化提供一种新的模式。全书重视实践、资料新颖、内容详实、文图并茂、论证有据、鼓励创新、严谨求实,有较高学术水平。

本书可供从事青藏高原、古特提斯、中国及邻区大地构造研究的地质、地层、岩石、古生物学家、大专院校师生、区调找矿工作人员参考使用。

西藏阿里地质

中国地质大学 西藏第二地质大队

王鸿祯 杨遵仪 池际尚 郝诒纯 刘增乾 指导
郭铁鹰 梁定益 张宜智 赵崇贺 等著

责任编辑 耿小云 刘士东 闻立峰

责任校对 杨 霖

*

中国地质大学出版社出版发行

(武汉市·喻家山)

陕西省地矿局测绘印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 30.5 插页 3 附图 2 图版 18 字数 735 千字

1991年6月第1版 1991年6月第1次印刷

印数 1—1000 册

ISBN 7-5625-0512-8/P·169 平装 定价: 19.50 元

精装 定价: 24.50 元

序

《西藏阿里地质》是一本区域地质专著，是对一个相当广阔的边缘地区，以探险的方式，历程艰辛获得的珍贵资料进行的较全面的系统总结。最早在这一地区南部作地质旅行的是 19 世纪中叶的 R.Strachey。在南部进行了较详细地质研究的是本世纪 30 年代末的 Arn.Heim 和 A.Gansser。从北部进入本区作了较正规的路线地质调查的是 30 年代初的 E.Norin 和 De Terra。中国最早自己组队在本区进行综合考查的是 70 年代的中国科学院综合考察队，他们在地质方面只限于路线观察和采集。本书的作者们是第一次在本区进行系统的和全面的区域地质调查而获得丰硕成果的。他们的野外工作是 80 年代初期完成的。由于种种原因，本书及其姊妹篇《西藏阿里古生物》迟至去年和今年才能问世。但 80 年代中期以来出版的青藏或西藏地质图已经使用了他们编图的成果，他们在这方面已经作出了贡献。

我国地质界对西藏地质研究一向关心和重视。早在 1944 年，曾鼎乾先生就曾回顾了西藏地质研究史，编出了参考文献目录。从 70 年代开放以来，特别是 1980 年以后，西藏地区或青藏地区成为举世瞩目、多项国际地质合作研究的中心。但这些研究都只限于青藏地区的东部。阿里地区得天独厚，它自南而北，跨越了多个构造单元，包含了多条地壳消减带，对了解青藏地区同帕米尔以西的西亚地区的构造关系具有关键的意义。本书的出版也将受到关心研究欧亚大陆特提斯构造演化的学者们的特殊欢迎。

从内容上讲，本书是一本较全面的区域地质专著。它既附有 1/200 万地质图和大地构造图，又包含了地层、沉积岩、火山岩、侵入岩、蛇绿岩和变质岩等多项专题内容，并均以新的概念方法为主导。由此得出的以岩石圈多次“开”、“合”为特征的构造格局发展的结论，无疑是正确的。

在《西藏地质》创刊时，我有幸被邀题词。我写的是：《登观世界屋脊，如临碰撞；溯古大陆边缘，几见开合。》“开”、“合”的存在是肯定的。不同规模 and 不同级别的“开”、“合”自然都是存在的。当前面临的困难是：我们还难于从一般的沉积性质，生物组合和岩浆类型的比较分析来厘定或确定“开”、“合”的规模和幅度。同时，现有的古地磁资料数据，特别是古生代的古地磁数据也很少能达到使人放心地引用的水平。本书在这方面已经作出了明显的贡献。我衷心希望在今后一段时间内，沉积古地理和构造古地理的比较分析和古地磁测定的方法手段能够有所突破，有所前进，使我们在判断陆块“开”、“合”的“量”的方面多有一些发言权。这样，对诸如阿里地区关键地带的进一步研究也将为全球构造和古大陆再造的研究提供更多的信息，作出更多的贡献。

王鸿祯

1991.3.15 于北京

前 言

《西藏阿里地质》一书是西藏阿里西部地区地质考察的重要成果，系属地质矿产部“六五”重点科研项目《青藏高原地壳形成演化及主要矿产分布规律》的二级课题——《阿里地区区域地质调查》的全面总结。本著作是在地质矿产部青藏高原地质调查大队组织下和王鸿祯、杨遵仪、池际尚、郝诒纯、刘增乾等教授指导下，由中国地质大学和西藏第二地质队合作，在三年（1980—1982）野外考察和三年室内研究基础上完成的，并于1986年4月，经中国地质科学院会同西藏自治区科学技术委员会聘请马杏垣、宋叔和等六位地学学部委员及有关专家学者评审验收。评审委员会认为“该著作是对阿里地区地质特征的第一次深入全面的系统总结。三年野外工作，取得了充足的实际资料，通过多学科的深入研究，综合分析，是一份内容详实、文图并茂、立论有据的优秀成果。无论从工作的广度，还是研究的深度，都远远超过了以往任何一次研究工作。在同类地质研究成果中，处于国内领先地位，达到了国际先进水平。”并提出一些中肯的意见，同时建议，“在经过适当修改后，尽快公开发表，以利交流。”

“书”所涉及的范围，主要包括东经 79° — 82° 的西藏边陲地区，为日土、革吉、噶尔、札达、普兰等五县管辖。境内平行展布着喀喇昆仑、冈底斯、喜马拉雅等三条北西—南东向著名山脉；狮泉河、噶尔藏布、象泉河、孔雀河等，贯穿本区西部及南部，分别汇入印度河及恒河。全区平均海拔在4500m以上；在起伏的群山中耸立着许多6000m以上的高峰，峰峦矗立，雄伟壮观，其中纳木那尼峰（7694m）和冈仁波齐峰（6714m）素有神山之称，独享圣誉。内陆湖泊星罗棋布，驰名的有龙木错、班公湖、玛旁雍错、拉昂错等；玛旁雍错驰名四方，被视为神湖，是藏族同胞和印度、尼泊尔人朝圣的地方。

区内交通近年有较大发展，新藏公路沟通南北，拉（萨）普（兰）和日（喀则）阿（里）两条公路横贯东西，县、区、乡之间多有简易公路相连，广大牧区靠牦牛和马运输。当地以牧业为主，农业占有极小比重。中印、中尼边境贸易十分活跃，旅游事业也正在兴起。此外，野生动物资源极为丰富，矿产资源也很有远景，仅作者路线调查中，就发现有铬铁矿、磁铁矿、铜矿、沸石及符合工业要求的高级石灰岩、白云岩等矿点，有的露头规模相当可观。

西藏阿里地区地质条件得天独厚，在南北不到1000km的距离内，即可穿越喀喇昆仑带，冈底斯带，北喜马拉雅带，高喜马拉雅带等四个地质构造各异的构造单元，以及地学界举世瞩目的班公湖、雅鲁藏布江—印度河和普兰等三条时代不同的岩石圈“开”、“合”带（地缝合线）。在这里，可以观察到从前寒武纪到新生代不同构造背景下形成的多种沉积类型和代表性的地层剖面，以及中生代以来在大陆裂解—聚合构造演化过程中保留下来的蛇绿岩、火山岩、中酸性侵入岩、变质岩等方面的物质记录和构造变形痕迹。还可以采集到石炭—二叠纪分属于扬子和冈瓦纳两个不同生物区系的古生物化石。

不难看出,阿里是研究青藏高原地质构造,岩石圈“开”、“合”演化的上佳窗口和找寻矿产资源的理想地区,因此,她是地质领域中一块光辉夺目的瑰宝,也是科学王国中一块正在被开拓着的新天地。

但由于阿里地处亚洲腹地,境内群山耸立、高寒缺氧、交通艰难、人迹罕至,以致在漫长岁月中,问津的地质学家甚少,地质研究程度极低。自19世纪末至20世纪初,只有少数外国地质学家在考察喜马拉雅南坡时,偶尔涉足本区南缘普兰、札达县的一些最南部地区,最早为R.Strachey, (1815)。嗣后, Griesbach (1892、1897)、Krafft (1902), Diener (1903), A.Heim 和 A.Gansser (1939) 等相继对札达县奇底宗(Chitichum) — 奇尔卡尔(Kiogar)一带的二叠系和部分中生界进行了研究,他们将二叠系和侏罗系分为“喜马拉雅相”和“西藏相”两种类型,并认为该地的“西藏相”是“外来体”。此外, Norin (1931—1935) .Terra (1932)、Dainelli (1934) 等曾在日土县北部作过考察,其中最重要的是 Norin (1946) 在窝尔巴错发现了与克什米尔集块板岩类同的 Horpatso (Crba.co) 岩系。西藏和平解放后,1962年我国地质工作者才开始在这一地区开展地质调查。新疆156队(1962—1964, 1971)在煤矿普查中发现了第三系门士组含煤岩系。继之,中国科学院青藏综合考察队阿里分队(1976)到此开展了路线地质工作,对这一地区的地层、古生物、沉积岩、变质岩、构造变形、超镁铁岩及中酸性侵入岩进行了开拓性的研究,并编制了阿里地区1/200万地质草图,这些成果已为中国大地构造图(1/400万, 1979), 亚洲地质图(1/500万, 1982)所选用。在上述先行者工作的基础上,作者通过为时六年的室内外研究,对这一地区的地质矿产又有不少重要发现,使其研究程度有了大幅度的提高,并为研究青藏高原的形成,演化及主要矿产的分布规律提供可靠的依据,主要进展具体表现在如下几个方面:

第一,通过长约3000km路线地质调查并结合遥感图象解译,测编了1/200万地质图一幅(附图1),并在综合研究的基础上,以岩石圈“开”、“合”演化为主线编制了一幅1/200万阿里地区大地构造图(附图2)。

第二,在古生物方面:从奥陶系至第三系中均获得了丰富的化石资料,计有放射虫、有孔虫、四射珊瑚、床板珊瑚、六射珊瑚、日射珊瑚、层孔虫、苔藓虫、腕足类、腹足类、双壳类、鹦鹉螺、三叶虫、菊石、箭石、锥石、海百合茎、海胆、蛇尾类、牙形石、三趾马、藻类、古植物、孢粉以及遗迹化石等20余门类。以数量大、新资料多为其显著特点。尤为重要的发现是:在阿里喜马拉雅地区发现有华北区早奥陶世的珠角石类,扬子区中奥陶世的 *Yohophyllum* 和晚奥陶世的 *Kenophyllum*, 以及二叠纪中晚期的暖水动物群、晚三叠世放射虫。在阿里的喜马拉雅地区,冈底斯地区和喀喇昆仑地区的下二叠统中,又都发现有以 *Eurydesma* 为代表的冈瓦纳相完整的冷水动物群化石,和中生代及始新世海相化石。其成果为建立阿里地区地层系统,研究高原大地构造形成发展历史提供了可靠的依据。

第三,在地层学方面:根据剖面观察和古生物资料首次建立了阿里地区各构造单元完整的地层系统,并对各单元的地层类型进行了划分,为青藏高原地区东部与西部,南部与北部地层对比奠定了基础。特别值得提出的是似盖层性质的奥陶系、稳定类型的志留—泥盆系(尤其是泥盆系的石英砂岩),下石炭统含有 *Fenestella* 的黑色页岩(或板岩),下二叠统下部的“冈瓦纳相”含砾板岩,下二叠统中上部的台地碳酸盐岩建造等特

征性的岩石地层单位,以及志留系与泥盆系、下石炭统与下二叠统,下二叠统与上二叠统间的不整合面在各带都有发育。地层学和前述古生物学方面的突破性发现,将为研究古生代阶段青藏地区与相邻震旦纪前地台区的关系,以及青藏高原内部是否存在古特提斯洋盆等问题提供了可靠依据。

第四,在沉积学方面:对阿里地区的沉积岩按沉积类型进行了系统研究,并对各时代各构造单元的沉积特征和形成环境作了系统的分析。在这些研究成果中,最有意义的是初步查明了阿里地区冈瓦纳相含砾板岩的空间分布、厚度变化、砾石成分及其物质来源,并对其成因提出了多属水下泥流沉积,而非单纯冰水沉积的新颖认识。此外,通过对这一地区中生界和第三系的放射虫硅质岩形成环境的研究,认为该类岩石并非全是深海相的。

第五,在火山岩岩石学方面:初步查明了阿里地区火山岩的时空分布特点及其形成时的构造环境。通过对火山岩岩石学,岩石化学和微量元素的综合研究,发现该区存在三种类型的火山岩系列,即:喀喇昆仑带早二叠世、早三叠世和中侏罗世的大陆溢流型碱性玄武岩—拉斑玄武岩系列;冈底斯带中侏罗世、早白垩世和北喜马拉雅带晚三叠世—早侏罗世的拉斑玄武岩系列;冈底斯带晚白垩世晚期—古新世早期的海陆交互大陆边缘或岛弧型钙碱性火山岩系列。在后两种火山岩系列中,晚三叠世—早侏罗世和中侏罗—早白垩世早期的玄武岩具洋底玄武岩特征,是在地壳拉张环境下上地幔部分熔融的产物。早白垩世晚期的造山拉斑玄武岩系列,具岛弧或大陆边缘特征,是玄武岩母岩浆经结晶分异作用形成的。而钙碱系列的中酸性火山岩则是在地壳处于挤压和高 fH_2O 、高 fO_2 的条件下,由双重源区熔融并经分离结晶—混合作用(同源混合和异源混合)形成的。

第六,在蛇绿岩方面:通过地质填图和地质构造综合研究,发现阿里地区发育有两条早白垩世的洋壳蛇绿岩带和两条晚三叠世—早侏罗世洋壳蛇绿岩带。前者分布于班公湖“开”、“合”带南侧和阿依拉山“开”、“合”带(雅鲁藏布江“开”、“合”带的西延部分)北侧,后者沿阿依拉山“开”、“合”带南侧及普兰“开”、“合”带分布。这些岩带最晚的构造变动时间大多发生在喜马拉雅阶段。根据蛇绿岩中方辉橄榄岩岩化化学分析,四个带的成分相似, $^{87}Sr/^{86}Sr$ 的比值也比较接近,但也存在一定差异,早白垩世的两带,其方辉橄榄岩属强亏损型,阿依拉山“开”、“合”带南侧晚三叠世—早侏罗世的方辉橄榄岩属弱亏损型,且接近于原始地幔橄榄岩,而普兰带晚三叠世—早侏罗世的方辉橄榄岩则属较强亏损型。产生上述差异的原因,可能是地幔成分横向不均一性引起的,而不是来自不同层次的地幔物质造成的,因为根据对辉石地质温度、压力计计算,上述方辉橄榄岩形成的深度都在45.5km左右。

第七,在中酸性侵入岩方面:初步查明了该区中酸性侵入岩的时空分布特点,并将其分为石英闪长岩—花岗闪长岩(I型)和花岗岩(S型)两种类型。在冈底斯带燕山、喜马拉雅两期上述两种类型侵入岩之间,并不存在连续演化的特点。从而提出冈底斯带在中生代和新生代分别存在下地壳部分熔融(有上地幔物质加入)和上地壳部分熔融的两个岩浆源的认识。而该带之所以发生多期复杂的侵入活动是由所处的活动大陆边缘大地构造位置和经历多次构造变动所决定的。至于喜马拉雅地区喜马拉雅期中酸性侵入岩的形成,则可能与印度地台在中新世沿主中央断裂发生的大规模的陆壳内俯冲有直

接的关系。

第八,在变质岩方面:结合地层剖面,从岩石结构构造、矿物共生组合、化学成分特征 C_K 、 C_N 、A、F、C 和造岩矿物的标型性等方面,研究了各带变质岩的特征。通过同位素年龄值测定及构造变动关系的研究,确定了各带变质作用均具有多期性,但期次、时代有所不同,尤以前寒武系和“开”、“合”带最频繁。根据矿物物理化学、变质矿物温压计计算,确定了各带变质岩的变质级别,并在阿依拉山和班公湖两“开”、“合”带发现了中高压相系的变质岩岩石。此外,在班公湖“开”、“合”带南侧的超镁铁岩体的外接触带(下白垩统的结晶灰岩)上,发现了宽度不等的接触交代变质岩石——绿帘石透辉石矽卡岩,透辉石矽卡岩、符山石透辉石矽卡岩和符山石矽卡岩等。在矽卡岩中还见有铬尖晶石,揭示出该带一部分超镁铁岩体可能属于高温橄榄岩型。

第九,在区域大地构造学方面:根据上述各种地质记录的综合分析,发现在古生代时阿里地区与相邻震旦纪前地台同属一个大陆地壳构造区,其间未被广阔的大洋所分隔。因而在这一地区的内部找不到冈瓦纳和欧亚两大陆的界线。同时还发现古生代以来各地史阶段构造环境、沉积古地理、生物古地理的重大变革都具有全区性、同步性和协调性,而现今所见的构造格局是中生代以来大陆岩石圈多次“开”、“合”演化形成的。

本书是野外考察人员和室内各学科人员集体劳动的成果。编写过程中曾进行多次反复研讨,重视实践、发挥整体优势、鼓励创新、提倡争论、共勉奋进,促进各学科的相互渗透和综合研究。执笔分工如下:序由王鸿祯教授执笔,地层由梁定益、张宜智、聂泽同、奚成德执笔,沉积岩由张宜智、乐昌硕、梁定益执笔,火山岩由路凤香、赵崇贺执笔,蛇绿岩和中酸性侵入岩由赵崇贺、李国良执笔,变质岩由薛君治、陈升平等*执笔,前言由郭铁鹰、张宜智、梁定益执笔,区域地质构造及地壳构造演化由郭铁鹰、张宜智执笔,英文摘要由杨遵仪教授执笔,阿里及邻区地质图由郭铁鹰、张宜智、梁定益、李国良、奚成德编制,阿里及邻区大地构造图由郭铁鹰、李国良、奚成德编制,全书由郭铁鹰、梁定益统纂定稿。

本书系西藏阿里地区地质调查研究系列成果之一,另有专著——《西藏阿里古生物》(杨遵仪 聂泽同 等著),作为本书的姐妹篇,业已问世,深信阿里专著的出版将对青藏高原以至亚洲地质研究有所裨益。

历年参加野外考察的人员:

1980年徐宝文、张宜智、李国良、奚成德、冯玉昆、王为平、聂泽同、胡昌铭、孙特、肖劲东、赵延明、何科昭、赵崇贺、梁定益、郭铁鹰。

1981年张宜智、李国良、奚成德、李中标、聂泽同、赵延明、赵崇贺、梁定益、郭铁鹰。

1982年张宜智、李国良、奚成德、赵延明、陈升平、梁定益、郭铁鹰。

最后需要提出的是,在阿里地质考察的三年中,一直得到西藏自治区科委、西藏地质局、阿里地区的人民和各级政府的大力支持。西藏区调队、原地矿部青藏高原地质调查大队及各分队、中国科学院青藏综合考察队也给予多方协助。自始至终还受到中国地质大学包括原院长高元贵、原副院长马杏垣教授在内的各届领导和西藏地质矿产局前局

* 参加工作的还有赵延明、奚成德、李国良、任迎新、葛瑛雅、张汉凯、潘铁虹等。

长万子益、东堆郎杰局长以及西藏第二地质队领导和后勤部门的关怀。本专著的最终出版是由西藏地矿局、西藏第二地质大队和中国地质大学提供经费实现的。杨巍然、曹佑功、刁雁峰、巴登珠、濮兆华、闻立峰、张浩勇等同志为促成本专著的出版做了许多工作。中国地质大学化分室、X光室、电子探针室、绘图室、照像室和中国地质大学出版社、陕西省地矿局测绘印刷厂均给予大力帮助，值此，谨向上述单位和个人表示衷心的感谢。望广大读者惠予指教。

郭铁鹰 张宜智 梁定益

1990年3月

目 录

序	王鸿祯(I)
前 言	郭铁鹰 张宜智 梁定益(II)
第一章 阿里地区地层	梁定益 张宜智 聂泽同 奚成德(1)
第一节 前寒武系	(4)
一、高喜马拉雅与北喜马拉雅分区的前寒武系	(4)
二、喜马拉雅地区前寒武系与上覆地层的关系	(5)
第二节 寒武系(?)—奥陶系	(6)
一、高喜马拉雅分区达巴劳型的寒武系(?)—奥陶系	(6)
二、高喜马拉雅及北喜马拉雅分区聂拉木型的寒武系(?)—奥陶系	(9)
三、喀喇昆仑分区的奥陶系	(13)
第三节 志留系和泥盆系	(15)
一、高喜马拉雅分区库蒙型志留系	(15)
二、北喜马拉雅分区德尼塘嘎型志留系	(16)
三、高喜马拉雅与北喜马拉雅分区 Muth 型泥盆系	(17)
四、喀喇昆仑分区的志留系与泥盆系	(21)
第四节 石炭系	(22)
一、高喜马拉雅分区克什米尔型下石炭统	(23)
二、喀喇昆仑分区的下石炭统	(26)
第五节 二叠系	(27)
一、高喜马拉雅分区喜马拉雅型二叠系	(27)
二、北喜马拉雅分区曲松型二叠系	(31)
三、北喜马拉雅分区“西藏型”二叠系	(34)
四、冈底斯分区措勤型二叠系	(37)
五、喀喇昆仑分区多玛型二叠系	(43)
六、关于二叠系的下界、二叠系两个不整合面的讨论	(46)
第六节 三叠系	(49)
一、高喜马拉雅分区马阳型三叠系	(49)
二、高喜马拉雅分区普兰多让库蒙型三叠系	(54)
三、北喜马拉雅分区兰成曲型三叠系	(57)
四、喀喇昆仑分区吉普型三叠系	(62)
第七节 侏罗系	(66)
一、高喜马拉雅分区札达型侏罗系	(66)

二、北喜马拉雅分区的侏罗系	(75)
三、冈底斯分区日松型侏罗系	(75)
四、喀喇昆仑分区多玛型侏罗系	(77)
第八节 白垩系	(84)
一、高喜马拉雅分区岗巴型白垩系	(84)
二、高喜马拉雅分区桑加马拉型白垩系	(85)
三、冈底斯分区狮泉河型白垩系	(86)
四、喀喇昆仑分区的上白垩统	(95)
第九节 新生界	(98)
第十节 阿里地区地层小结	(105)
参考文献	(106)

第二章 阿里地区沉积岩 张宜智 乐昌硕 梁定益(110)

第一节 沉积岩的主要类型	(110)
一、陆源碎屑岩的主要类型	(110)
二、含砾板岩	(118)
三、放射虫硅质岩的主要类型	(124)
四、碳酸盐岩的主要类型	(132)
五、其它岩类	(138)
第二节 沉积特征与形成环境概述	(142)
一、寒武(?)—奥陶系沉积特征与形成环境	(142)
二、志留系与泥盆系沉积特征与形成环境	(143)
三、石炭系沉积特征与形成环境	(143)
四、二叠系沉积特征与形成环境	(144)
五、三叠系沉积特征与形成环境	(146)
六、侏罗系沉积特征与形成环境	(147)
七、白垩系沉积特征与形成环境	(148)
参考文献	(150)

第三章 阿里地区火山岩 路凤香 赵崇贺(152)

第一节 火山岩的岩石学及岩石化学特征	(153)
一、多玛以北火山岩区	(153)
二、班公湖—日土火山岩带	(155)
三、拉梅拉—狮泉河、札西岗火山岩带	(163)
四、革吉—狮多火山岩带	(171)
五、拉昂错火山岩带	(186)
第二节 有关火山岩形成问题的讨论	(189)
一、火山岩所属的岩浆系列	(189)
二、洋底玄武岩的特征	(191)

三、控制本区火山岩岩浆演化的主要机理	(192)
四、火山岩喷发的构造环境	(196)
五、与邻区火山岩的对比	(198)
参考文献	(199)

第四章 阿里地区蛇绿岩 赵崇贺 李国良(201)

第一节 蛇绿岩特点	(201)
一、班公湖蛇绿岩带	(201)
二、狮泉河蛇绿岩带	(204)
三、雅鲁藏布江蛇绿岩带	(205)
四、普兰-象泉河蛇绿岩带	(208)
第二节 蛇绿岩的时代	(210)
第三节 蛇绿岩的岩石类型	(212)
一、变质超镁铁岩	(212)
二、超镁铁质-镁铁质火成堆晶岩	(215)
三、辉长岩	(216)
四、辉绿岩	(216)
五、基性喷出岩	(217)
六、石英菱镁碳酸岩	(217)
第四节 各蛇绿岩带超镁铁质岩的组构	(217)
一、各岩带变质超镁铁岩变形的特点	(217)
二、变质超镁铁岩的岩组分析	(218)
三、橄榄石的位错构造	(219)
第五节 各岩带方辉橄榄岩的矿物化学	(224)
一、橄榄石的矿物化学	(224)
二、斜方辉石的矿物化学	(225)
三、单斜辉石的矿物化学	(228)
四、铬尖晶石的矿物化学	(229)
第六节 岩石化学	(234)
一、各岩带方辉橄榄岩化学成分	(234)
二、方辉橄榄岩与其它地区方辉橄榄岩化学成分的对比如	(236)
三、方辉橄榄岩及与其共生的岩浆岩在化学成分方面的互补关系	(239)
第七节 各岩带方辉橄榄岩及其共生岩浆岩的稀土元素、过渡族元素和铈同位素	(241)
第八节 各岩带方辉橄榄岩的含矿性	(247)
第九节 几个主要问题的探讨	(253)
一、各岩带超镁铁岩的成因	(253)
二、上地幔成分的特点和分带	(256)
三、蛇绿岩形成的构造背景	(258)

参考文献	(260)
第五章 阿里地区中酸性侵入岩	赵崇贺 李国良(262)
第一节 中酸性侵入岩的分布及时代	(262)
第二节 中酸性侵入岩的地质特征和岩石学	(264)
一、喀喇昆仑构造带中酸性侵入岩的地质特征和岩石学	(264)
二、冈底斯构造带中酸性侵入岩的地质特征和岩石学	(266)
三、北喜马拉雅构造带中酸性侵入岩的地质特征和岩石学	(280)
四、高喜马拉雅构造带中酸性侵入岩的地质特征和岩石学	(280)
第三节 各带中酸性侵入岩的主要造岩矿物的矿物化学	(281)
一、斜长石的矿物化学	(281)
二、钾长石的矿物化学	(281)
三、暗色矿物的矿物化学	(281)
第四节 中酸性侵入岩的岩石化学	(285)
第五节 中酸性侵入岩的稀土元素	(291)
第六节 中酸性侵入岩全岩铷-锶同位素	(296)
第七节 中酸性侵入岩的成因及其形成的构造环境	(299)
一、中酸性侵入岩的总特点	(299)
二、岩浆的来源及源区深度的推测	(299)
三、中酸性侵入岩形成的构造环境	(302)
参考文献	(304)
第六章 阿里地区变质岩、变质矿物及变质相系	薛君治 陈升平等(305)
第一节 变质岩的分布	(305)
一、高喜马拉雅带变质岩综述	(306)
二、北喜马拉雅带变质岩综述	(309)
三、冈底斯带变质岩综述	(309)
四、喀喇昆仑带变质岩综述	(311)
第二节 变质岩的类型	(312)
一、正变质岩	(312)
二、副变质岩	(313)
第三节 变质岩的化学特性与矿物特征	(315)
一、岩石化学特征	(315)
二、矿物特征	(331)
第四节 变质级别与变质反应	(336)
概 述	(336)
一、变质相系	(342)
二、变质反应	(346)
第五节 变质作用多期性与构造地质关系的初步分析	(353)

一、变质作用多期性	(353)
二、构造地质初步分析	(356)
参考文献	(358)
第七章 阿里地区地质构造及地壳构造演化	郭铁鹰 张宜智(360)
第一节 构造单元划分	(360)
第二节 构造单元边界概述	(361)
一、普兰“开”、“合”带	(361)
二、阿依拉山“开”、“合”带	(361)
三、班公湖“开”、“合”带	(362)
第三节 各褶皱带地质构造特征	(363)
一、阿里高喜马拉雅带	(363)
二、阿里北喜马拉雅带	(372)
三、阿里冈底斯带	(378)
四、阿里喀喇昆仑带	(384)
第四节 地壳构造演化	(388)
一、前寒武纪基底形成阶段	(388)
二、古生代地台发展阶段	(388)
三、中生代—始新世大陆“开”、“合”演化阶段	(390)
四、渐新世以来陆壳隆升阶段	(392)
参考文献	(393)
英文节译	杨遵仪(394)
图版说明	(440)
图 版	(447)

CONTENTS

Chapter 1 Stratigraphy of Ngari Liang Dingyi Zhang Yizhi Nie Zetong Xi Chengde(1)

I . Precambrian System	(4)
II . Cambrian(?) and Ordovician System	(6)
1. Cambrian(?) and Ordovician System of Dabalou-Type in Higher Himalaya Subregion	(6)
2. Cambrian (?) and Ordovician System of Nyalam-Type in Higher Himalaya and North Himalaya Subregions	(9)
3. Ordovician System in Karakorum Subregion	(13)
III . Silurian System and Devonian System	(15)
1. Silurian System of Kumaun-Type in Higher Himalaya Subregion	(15)
2. Silurian System of Denitangga-Type in North Himalaya Subregion	(16)
3. Devonian System of Muth-Type in Higher Himalaya and North Himalaya Subregions	(17)
4. Silurian System and Devonian System in Karakorum Subregion	(21)
IV . Carboniferous System	(22)
1. Lower Carboniferous of Kashmir-Type in Higher Himalaya Subregion	(23)
2. Lower Carboniferous in Karakorum Subregion	(26)
V . Permian System	(27)
1. Permian System of Himalaya-Type in Higher Himalaya Subregion	(27)
2. Permian System of Qusum-Type in North Himalaya Subregion	(31)
3. Permian System of Tibet-Type in North Himalaya Subregion	(34)
4. Permian System of Coqen-Type in Gangdise Subregion	(37)
5. Permian System of Doumar-Type in Karakorum Subregion	(43)
6. Discussion on the Lower boundary of Permian and two Disconformities between Lower Carboniferous and Lower Permian and between Lower Permian and Upper Permian	(46)
VI . Triassic System	(49)
1. Triassic System of Spiti-Type in Higher Himalaya Subregion	(49)
2. Triassic System of Kumaun-Type in Higher Himalaya Subregion	(54)
3. Triassic System of Lanchengqu-Type in North Himalaya Subregion	(57)
4. Triassic System of Jipu-Type in Karakorum Subregion	(62)
VII . Jurassic System	(66)

1. Jurassic System of Zanda—Type in Higher Himalaya Subregion	(66)
2. Jurassic System in North Himalaya Subregion	(75)
3. Jurassic System of Risum—Type in Gangdise Subregion	(75)
4. Jurassic System of Doumar—Type in Karakorum Subregion.....	(77)
VIII. Cretaceous System	(84)
1. Cretaceous System of Gamba—Type in Higher Himalaya Subregion	(84)
2. Cretaceous System of Sangcha Malla—Type in Higher Himalaya Subregion	(85)
3. Cretaceous System of Shiquanbe—Type in Gangdise Subregion	(86)
4. Upper Cretaceous in Karakorum Subregion	(95)
IX. Tertiary System	(98)
X. Conclusion on Stratigraphy of Ngari	(105)

Chapter 2 Sedimentary Rocks in Ngari·· Zhang Yizhi Yue Changshuo Liang Dingyi(110)

I. Major Types of Sedimentary Rocks	(110)
1. Major type of Terrigenous Clastic Rocks	(110)
2. Pebble—Slates (Diamictites)	(118)
3. Major Types of Radiolarian Cherts	(124)
4. Major Types of Carbonate rocks	(132)
II. Outline of Sedimentary Features and Sedimentary Environments	(141)
1. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Cambrian (?)	
—Ordovician Rocks	(141)
2. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Silurian and	
Devonian Rocks	(142)
3. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Carboniferous Rocks.....	(142)
4. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Permian Rocks	(143)
5. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Triassic Rocks	(145)
6. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Jurassic Rocks	(146)
7. Sedimentary Features and Sedimentary Environments of Cretaceous Rocks	(146)

Chapter 3 Volcanic Rocks in Ngari Lu Fengxiang Zhao Chonghe(151)

I. Petrology and Petrochemistry of Volcanic Rocks in Ngari	(153)
1. Volcanic Region to the North of Doumar	(153)
2. Bangong CO—Rutog Volcanic Belt.....	(155)
3. Lamela —Shiquanhe—Zanxigang Volcanic Belt	(163)
4. Gegyai—Shidou Volcanic Belt	(171)
5. La'nga Co Volcanic Belt	(186)
II. Discussion on the Formation of Volcanic Rocks.....	(189)

1. Magma Series that the Volcanic Rocks in Ngari belong to	(189)
2. Characteristics of Ocean Floor Basalts in Ngari	(191)
3. Mechanism of Magma Evolution for the Volcanic Rocks in Ngari	(192)
4. Tectonic Settings of the Volcanic Eruptions in Ngari	(196)
5. Comparison with the Volcanic Rocks in Adjacent Areas	(198)

Chapter 4 Ophiolites in Ngari..... Zhao Chonghe Li Guoliang(201)

I. Characteristics of Ophiolites	(201)
1. Rangong Co Ophiolites Belt	(201)
2. Shiquanhe Ophiolite Belt	(204)
3. Yarlung Zangbo Ophiolite Belt	(205)
4. Burang-Xiangquanhe Ophiolite Belt	(208)
II. Ages of Ophiolites	(210)
III. Igneous Rock Types of Ophiolites.....	(212)
1. Meta-Ultramafic Rocks	(212)
2. Igneous Ultramafic-mafic Cumulates.....	(215)
3. Gabbros	(216)
4. Diabases	(216)
5. Basic Extrusive Rocks	(217)
6. Quartz-Bandisserite Rocks	(217)
IV. Fabric of Ultramafic Rocks in Ophiolite Belts.....	(217)
1. Deformation Characteristics of Ultramafic Rocks	(217)
2. Fabric of Meta-Ultramafic Rocks	(218)
3. Dislocation of Olivine	(219)
V. Mineral Chemistry of Harzburgites	(224)
1. Mineral Chemistry of Olivine.....	(224)
2. Mineral Chemistry of Orthopyroxene.....	(225)
3. Mineral Chemistry of Clinopyroxene	(228)
4. Mineral Chemistry of Cr-Spinel	(229)
VI. Geochemistry	(234)
1. Bulk composition of Harzburgites	(234)
2. Comparison of Geochemistry between Harzburgites in Ngari and Other Areas	(236)
3. Complementary relationship on Chemical Compositions between Harzburgites and Associated Igneous Rocks in Ngari	(239)
VII. REE, Transition Metals and Sr Isotopes from Harzburgites and Associated Igneous Rocks.....	(241)
VIII. Chrome Mineralizability of Harzburgites.....	(247)
IX. Discussion on Several Problems	(253)