

登山科学考察丛书



南迦巴瓦峰地区地质

中国科学院登山科学考察队

科学出版社

登山科学考察丛书

南迦巴瓦峰地区地质

中国科学院登山科学考察队

主 编 单 位

中国科学院地球化学研究所

作 者

章振根 刘玉海 王天武 杨惠心 徐宝慈

科 学 出 版 社

1992

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书是中国科学院登山科学考察队对西藏南迦巴瓦峰地区地质研究的总结。内容包括本区的地质、构造、岩石学、地球化学、地球物理、工程地质及年代学等。其中,多数资料如岩石学、地球化学、地球物理及年代学等资料,属国内外首次获得。

本专著内容丰富,基本资料可靠,论点明确。它对从事地质学、地球化学的研究人员以及高等院校的地质、地球化学、地理等专业的师生均有重要的参考价值。

登山科学考察丛书 南迦巴瓦峰地区地质

中国科学院登山科学考察队

责任编辑 李祺方

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992 年 10 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

1992 年 10 月第一次印刷 印张: 12 1/2 插页: 16

字数: 1—4 万

字数: 274 000

ISBN 7-03-002931-3/P · 575

定价: 23.50 元

序

西藏自治区东南部的南迦巴瓦峰(简称南峰)是高大雄伟的喜马拉雅山脉东段的最高峰,海拔7782m。她是世界第十五高峰,是当今世界7500m以上高峰中唯一没有被人类征服的最高处女峰。南峰地处喜马拉雅山东端和横断山、念青唐古拉山脉的汇合处。南临印度洋,地理位置十分独特重要。青藏高原上最大的河流雅鲁藏布江由西向东流,其下游围绕南峰作急转弯南流,形成举世闻名的大拐弯峡谷(简称大拐弯)。高峰耸峙,大拐弯深切,平均切割深度在5000m以上,这里是世界上地形发生转折变化最急剧的地方,山体陡峭峻险,攀登难度之大,为世所瞩目。无奇不有,在喜马拉雅西端属巴基斯坦克什米尔境内,有南迦帕尔巴特峰(海拔8125m)耸立,其山麓有印度河上游大峡谷围绕。同一山脉两端同有高峰耸峙,峡谷围绕,且略似平行对称的特点,何其相似乃尔?大自然的偶然巧合乎!还是地壳运动所反映出的必然规律?地质上有人把它们喻为喜马拉雅山东西两端的两个“地结”,犹如两颗巨大的“钉子”,把欧亚板块紧紧的钉牢在印度板块之上,随着地球力的作用而发生着一系列有规律的地壳地质变化。科学家们把青藏高原和喜马拉雅山视为敲开地球历史的金钥匙所在,那末它的两端无疑是最敏感和理想的部位。西端的南迦帕尔巴特峰已先后被十多个国家的登山队所征服和进行了考察,唯独东端我国境内的南迦巴瓦峰尚属空白的处女峰。因此长期以来,南峰就以其独特的高耸险峻和自然条件的特殊奇异,自然资源的特殊丰富而吸引着各国登山家的瞩目和科学家的青睐。同时,在我国,随着1973—1980年大规模青藏高原综合科学考察的胜利完成,80年代初考察的重点转移到东部的横断山地区,那末原来由于自然条件的特殊艰险而作为“死角”的南峰地区,它的考察和研究,无疑起着整个青藏高原考察承西联东的枢纽作用。

为了发展我国登山和高山科学考察事业,经中央批准,国家体委和中国科学院决定从1982年起,对南峰地区开展登山和综合性的科学考察活动。

1982—1984年,中国科学院登山科学考察队先后组织了有关科研机构和大专院校共22个单位,分属地学、生物学、大气物理学和科教电影、摄影等26个专业、参加考察的共100余人次。1982、1983年两次对南峰地区开展了大规模的综合性的科学考察;1983年和1984年,以队领导为首,两次派出小分队,配合国家体委登山队和西藏体委登山队,为攀登南峰作更高海拔地区的科学考察¹⁾。考察地区以南峰为中心($29^{\circ}37'51''N, 95^{\circ}03'31''E$)的大拐弯内侧为主,涉及到其周围的米林、墨脱、波密、林芝等四个县。

南峰地区的科学考察主要以下列五大课题作为研究目标:

1. 喜马拉雅山的形成及地质发展历史;
2. 南峰地区动植物区系的形成、演变及迁徙规律;
3. 南峰地区气象气候规律;

1) 两次配合国家登山队作攀登考察的有杨逸畴、高登义、张文敬、杜泽泉、刘玉海、王天武、刘全友、杜维武、潘惠根、陈富财等同志。

4. 南峰地区自然地理特征与高原隆起的关系；

5. 南峰地区自然资源的保护和综合利用。

在两年多的四次考察中,科考队员冒着生命危险,以顽强的拼搏精神,克服了高山缺氧、风雪严寒、交通极端不便,山崩滑坡、洪水泥石流的侵袭,以及野兽毒蜂、蚂蟥毒蛇等的威胁,跋山涉水,风餐露宿,艰苦奋斗,团结协作,终于安全胜利地完成了野外考察任务,获得了大量珍贵的第一手资料,因而有所作为,有所发现,有所创造。

生物组越冬考察的五位同志¹⁾,在南峰东南坡的墨脱地区连续考察长达 15 个月之久,一举完成了相当于一般考察的四年工作量,更是开创了我国综合科学考察的新面貌。

1984 年开始,转入室内总结,参加资料分析、鉴定、整理和总结工作的单位和人员又大大增加,组成了更大规模的社会主义大协作。

现在和读者见面的《登山科学考察丛书》实际是整个《青藏高原科学考察丛书》的一部分,它是 1982 年至今四年多来参加南峰登山科学野外考察和室内工作的广大科技工作者心血的结晶。

本《丛书》包括西藏南迦巴瓦峰区的地质、南迦巴瓦峰地区的自然地理和自然资源、南迦巴瓦峰地区的生物、南迦巴瓦峰地区的气象气候、南迦巴瓦峰地区的昆虫、南迦巴瓦峰地区的植被等专著。

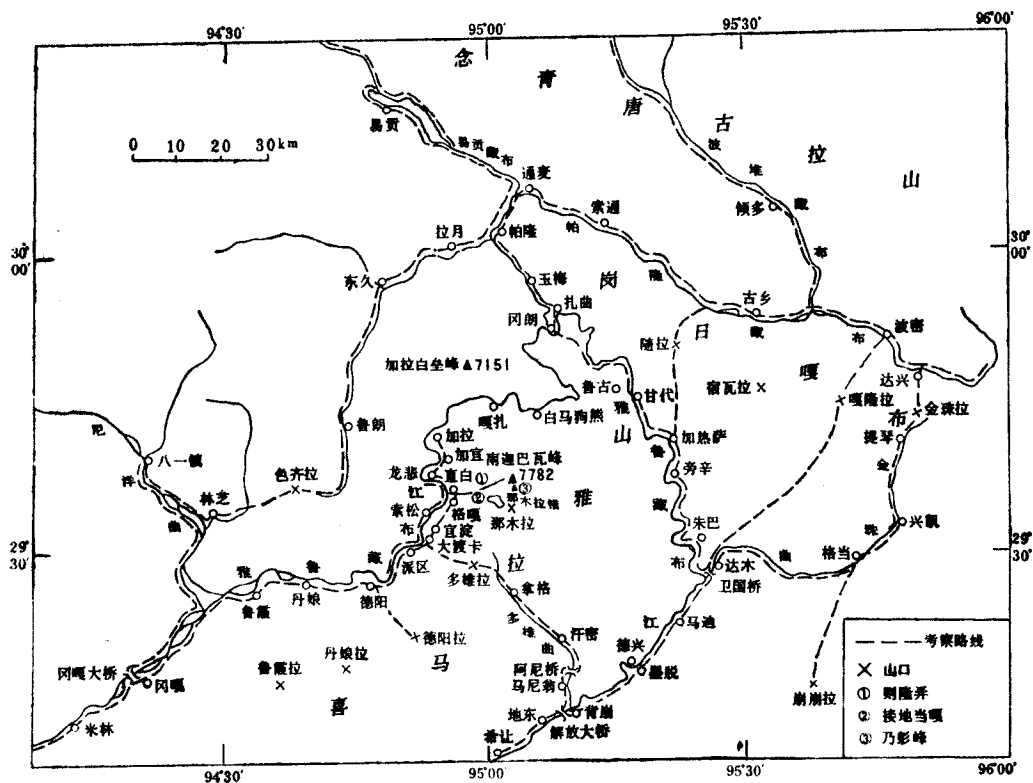
我们试图通过《丛书》比较系统地反映考察所得的资料和观点,希望《丛书》能够对我国的地学、生物学科的发展,对西藏的社会主义建设起到一点作用。同时,我们也殷切希望读者对《丛书》的错误和缺点提出批评指正。我们深深感到,现在对青藏高原和南迦巴瓦峰地区的考察研究仅仅是迈出了开拓性的第一步,填补了空白,积累了基本的科学资料,该做的工作还很多,特别是结合生产实践的科研工作更有待进一步深入。我们愿意和更多的科学工作者一道为进一步揭开青藏高原的奥秘,为探索南迦巴瓦峰地区奇特的自然面貌,为建设社会主义的新西藏而继续不懈的努力,争取对于人类做出较大的贡献!

中国科学院登山科学考察队

1) 参加越冬考察的五位同志是李渤生、程树志、苏永革、韩寅恒、林雨。

前 言

南迦巴瓦峰地区(简称南峰区)位于我国西藏东南部,属于喜马拉雅山脉的最东端。雅鲁藏布江自西向东流至本区后,围绕南峰区呈大拐弯状急转弯,最后流向南西方向,故南峰区亦称为大拐弯地区。南迦巴瓦峰的峰顶海拔为7782m,迄今未被征服。本区山高谷深,自南迦巴瓦峰峰顶至雅鲁藏布江江面的相对高差可达5000—7000m。因此,南峰区属于世界上地形对照最强烈,河流急拐最多,水流最湍急的地区之一。



南迦巴瓦峰地区登山科学考察路线图

南峰区由于地处三大山脉(喜马拉雅山脉、横断山脉和念青唐古拉山脉)的交汇处,因此地质构造及地形地貌复杂,自然环境艰险。建国以后,虽曾多次组织过对青藏高原的考察,但对南峰区尚未进行过系统的多学科综合考察,致使南峰区在科学研究上基本仍属空白地区。近年来,不少国外人士要求攀登南迦巴瓦峰,中、外许多科学工作者也对本区极感兴趣。再则,对南峰区的了解,不仅有助于对整个喜马拉雅山脉的研究,也可对青藏高原及横断山脉的考察起到纽带的作用,与此同时,对开发和利用本区的各种丰富的自

然资源也将具有积极的意义。鉴于上述原因,经中央批准,国家体委和中国科学院决定,从1982年起开展对南峰区的登山活动与综合考察活动。

据此,由刘东生教授任队长,杨逸畴、高登义为副队长的中国科学院登山科学考察队(简称登山科考队),组织了来自全国22个单位的26个专业的50名科学工作者于1983年2—4月和5—9月两次对南峰区作大规模的综合性登山科考(在此之前,中国科学院登山科考队曾于1981年春对本区进行过小规模登山科考活动)。登山科考区的范围及考察路线如附图所示。

本书为几次登山科考活动的地质部分的总结,包括南峰区的地层、构造、岩石学、地球化学、地球物理、工程地质及年代学等内容。全书共分九章,参加各章编写的执笔人员为:前言(刘东生、杨逸畴);第一章(刘玉海);第二章(王天武);第三章(章振根);第四章(杨惠心);第五章(徐宝慈);第六、七、八章(刘玉海);第九章(章振根)。全书由章振根主编并统一定稿,由刘东生、杨逸畴审定,由盛乃贤进行编辑;各章摘要由徐仲伦译成英文。

在登山科考及室内研究期间,中国科学院、中国科学院综合考察委员会、中国科学院地球化学研究所、长春地质学院、西安地质学院等单位的领导给予了指导和热情支持。各章初稿完成后,承蒙涂光炽、黄汲清、董申保、李树勋、陈光远、贺同兴、彭一民、申宁华、周富祥、常承法等进行了审查,提出了宝贵意见。在此谨向上述单位和个人表示感谢。

最后,特别要说明,在地质考察野外工作期间,得到了夏凤生、徐钧涛(中国科学院地质古生物研究所)的密切配合;在室内工作的岩石鉴定、构造分析、卫片解释等方面得到了高肇英、陶洪祥、何恢亚、刘继庆、李良臣和郑兆申等老师(西安地质学院)的热情指导和帮助;第二章是在贺同兴、李树勋两教授的指导下完成的,在编写过程中得到了陈曼云、刘喜山、周裕文等同志的大力支持,特此一并致谢。

我们希望通过这样的总结,把我们由艰辛工作而获得的一些资料和看法,能为西藏的社会主义建设和有关的研究者提供参考。但由于该区的自然条件十分艰难,属于全国唯一尚未通公路的墨脱县所管辖,一年中仅有3—4个月始能步行进入大拐弯区以内,登山科考时,所有衣、食、住以及仪器、标本均需靠人力背运,故只能采用路线地质的方法。因此,本书所列的各种资料以及由此而得出的意见,肯定是不够全面或有错误的,谨请读者批评指正。我们更希望今后对本区能有更全面和深入的研究。

1991年3月16日

目 录

序	
前言	
第一章 地质概述	1
第一节 区域岩石地层	1
第二节 区域地质构造基本轮廓	15
第三节 区域卫星图象的地质信息	20
第二章 岩石	27
第一节 变质岩岩石类型及其分布特点	27
第二节 区域变质作用	39
第三节 区域混合岩化作用	51
第四节 原岩类型及其组合	54
第五节 侵入岩特征及接触交代变质作用	59
第六节 板块构造的岩石学证据	61
第三章 岩石地球化学	65
第一节 变质岩的主要岩性及矿物成分	65
第二节 岩石化学及正、副变质岩的判别	66
第三节 岩石微量元素地球化学	73
第四节 稀土元素(REE)地球化学	78
第五节 小结	82
第四章 岩石的磁性和古地磁	84
第一节 主要岩石类型的磁性特征	84
第二节 古地磁特征	86
第五章 地磁	92
第一节 地磁测量	92
第二节 地磁数据的处理	94
第三节 关于区域地质及深部构造几个问题的探讨	96
第六章 区域地质构造	99
第一节 褶皱构造和断裂构造	99
第二节 大拐弯地区板块缝合线	106
第三节 南峰区板块构造的演化	118
第四节 区域地质构造研究中的问题	120
第七章 区域新构造活动	123
第一节 新构造活动的主要表现	123

第二节	区域新构造活动的主要特点·····	134
第三节	南峰隆起与大拐弯形成的地质背景·····	136
第四节	新构造活动与墨脱 8.5 级地震·····	138
第八章	工程地质及工程开发·····	145
第一节	区域工程地质中的主要问题·····	145
第二节	雅鲁藏布江大拐弯地区水力资源开发的工程地质可行性分析·····	153
第三节	公路建设工程地质可行性探讨·····	157
第九章	南峰形成发展史的研究·····	163
第一节	变质岩的年代学·····	163
第二节	岩浆岩的年龄测定·····	166
第三节	关于形成时代的讨论·····	171
第四节	本区缝合线的存在位置及其证据·····	172
第五节	关于隆起速度的讨论·····	178
第六节	形成发展史的模式·····	182
图版	·····	187

Contents

Foreword

Preface

Chapter I. Geological Background	25
Chapter II. Rocks	63
Chapter III. Petro-geochemistry	83
Chapter IV. Magnetism and Paleomagnetic Characteristics of Rocks in the Mt. Namjagbarwa Region	91
Chapter V. Geomagnetic Studies of the Mt. Namjagbarwa Region	98
Chapter VI. Regional Geological Structures	122
Chapter VII. Regional Neotectonic Activities	144
Chapter VIII. Engineering Geology and Engineering Development	161
Chapter IX. The History of Mt. Namjagbarwa—Its Formation and Evolution	184
Ptates	187

第一章 地质概述

南迦巴瓦峰(简称南峰,海拔 7 782 m)位于喜马拉雅山东段,为藏东南地区群山之首。它屹立于雅鲁藏布江大拐弯河谷的内侧,总体上为一北东向延伸的峰巅。它与喜马拉雅西端的南迦帕尔巴特峰(海拔 8 125 m)相距 2 400 km,遥相对应。南峰区的地质研究,对探讨喜马拉雅山的形成和演化具有特殊的意义。然而,由于该区自然条件复杂,交通极端困难,致使地质工作长期处于空白状态。直到本世纪 70 年代,我国地质学者郑锡澜、杨逸畴等首次进入大拐弯地区,取得了极为宝贵的地质资料。此次南峰区登山科学考察,正是在这样基础上进行的。通过现场考察和室内实验分析工作,有所发现和创见,现将南峰区的地质概况综述如下。

第一节 区域岩石地层

南峰区的岩石大部分发生了区域变质作用,属中-深变质岩系。岩浆岩以花岗岩、花岗闪长岩为主,分布于考察区的北侧和东侧,出露面积约占全区总面积的 1/5。此外,据卫星图象解释,沿雅鲁藏布江河谷地带为数处变质的基性-超基性岩出露。全区未见沉积岩。该区内由于地壳受强烈构造运动的影响,不仅变质作用强烈,而且断裂活动显著。因此,在目前的情况下,要准确地建立区域地层系统就比较困难,特别是经两年多野外地质的考察,未取得古生物化石。但是,章振根同志对其在雅鲁藏布江大拐弯内侧采集的样品所进行的同位素地质年龄研究(详见第九章),有助于对本区地层时代及演化发展进行讨论。

一、南峰区地层时代研究的回顾

如前所述,南峰区地质研究程度甚低。就整个喜马拉雅的地质而言,其地质研究历史已有一百年之久,但早期的研究工作多属局部性和零散性的。我国对喜马拉雅的地质研究主要是在新中国成立以后。早自 50 年代就有计划地对喜马拉雅进行了研究。在中国珠穆朗玛峰登山科考的推动下,70 年代开始对喜马拉雅山和青藏高原地区展开了较全面的地质研究工作。在 1980 年青藏高原国际科学讨论会和 1984 年喜马拉雅国际地质科学讨论会上发表的科研成果,集中地反映了喜马拉雅地区地质研究的系统性和成熟性。虽然这些成果对喜马拉雅东段的南峰区涉及较少,多限于中、西段地区,但具有重要的参考价值。其中,黄汲清、张文佑、李春煜等关于这一地区的地质论著,为南峰区的地层划分直接或间接地起到了指导作用。常承法、郑锡澜、张旗等对南峰地区地层进行了比较具体的研究,现将他们对该区地层的划分简介如下:

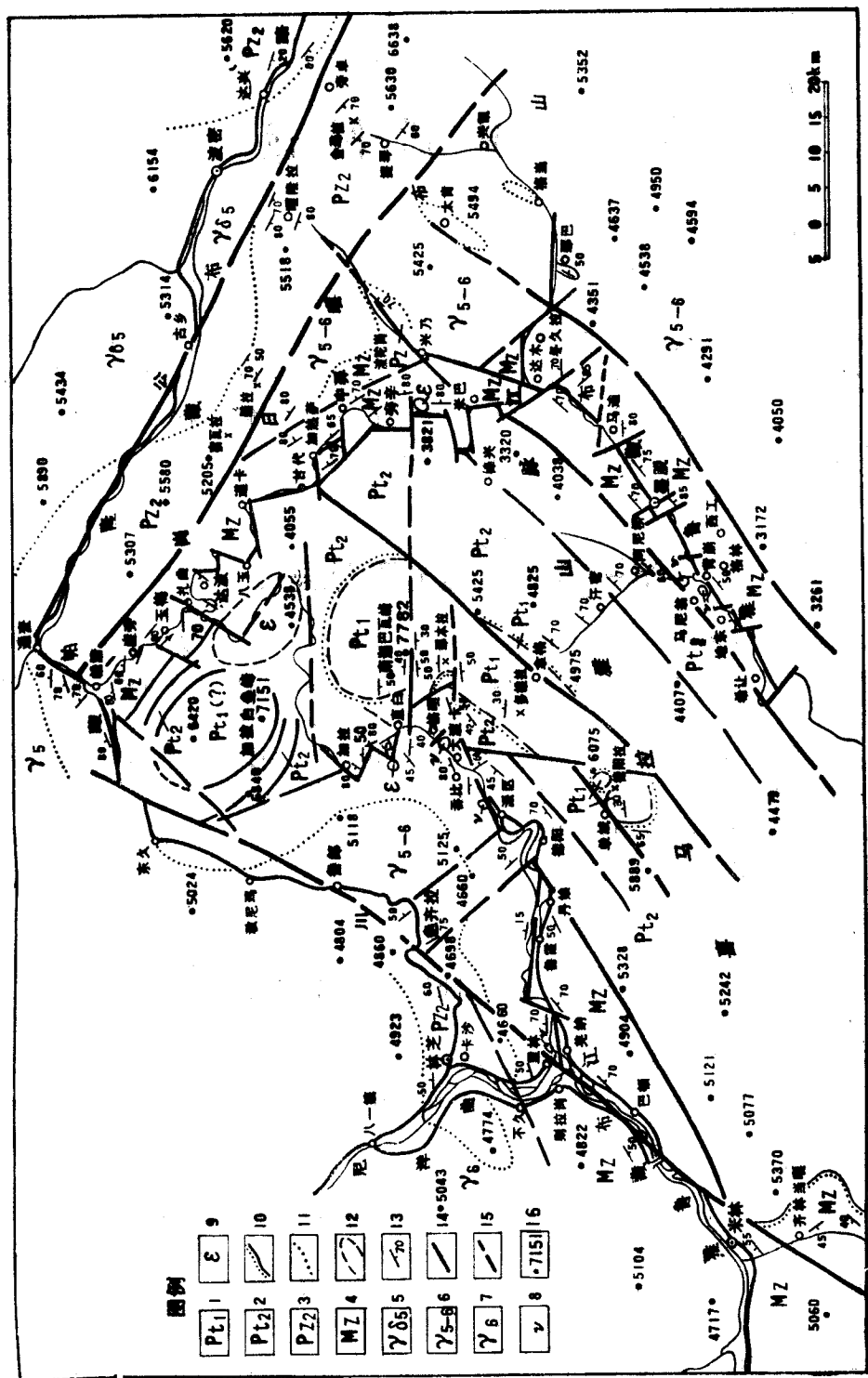


图 1.1 南峰区地质图

1. 南通巴瓦群下部 2. 南通巴瓦群上部 3. 晚古生代岗日嘎布群 4. 中生代雅鲁藏布江大拐弯群 5. 燕山期花岗岩内长岩 6. 燕山-喜马拉雅花岗岩 7. 喜马拉雅花岗岩 8. 变质基性岩 9. 变质超基性岩 10. 不整合界线 11. 花岗岩体界线 12. 推测的地层界线 13. 地层产状 14. 断层 15. 推测的断层 16. 海拔高度

1) 常承法(1982)、郑锡澜等(1979)将雅鲁藏布江大拐弯地区的地层,由南向北大体划分为三大部分,即米里群、邦沟群、南迦巴瓦群。本考察地区主要属南迦巴瓦群分布区。其它两个群已远离本区。这些地层的时代确定如下:

(1) 米里群为震旦纪一早古生代,与印度地台的温德亚岩系和尼泊尔中部地区的沉积变质岩系相当;

(2) 邦沟群为前寒武纪,与中西段高喜马拉雅结晶岩系相当;

(3) 南迦巴瓦群属于三叠-侏罗纪,可与藏南低分水岭地区变质复理石岩系相对比。该群自下而上划分为:派区组、多雄拉组、阿尼桥组、马尼翁组、墨脱混合岩组、旁辛组和索比拉组。

2) 周云生和张旗(1981)认为,从变质带划分的角度看,常承法等所称的南迦巴瓦群包括了喜马拉雅、雅鲁藏布江、冈底斯三个变质带。类似于聂拉木地区丁仁布桥组片麻岩,但岩性比较复杂,基性岩成分增加。南迦巴瓦群的时代与喜马拉雅变质带相当,暂定为前震旦纪。

由此可见,对南峰地区地层时代的认识存在着较大分歧,值得进一步研究和商榷。

二、区域地层系统的初步划分

由于考察区为喜马拉雅、雅鲁藏布江、冈底斯三个性质不同的大地构造单元所占据,故而岩石的种类繁多。主要岩石类型包括有各类片岩、片麻岩、变粒岩、角闪质岩、石英岩、大理岩、变质基性岩、混合岩及花岗岩等。这些岩石绝大部分为中-深变质岩。有关本

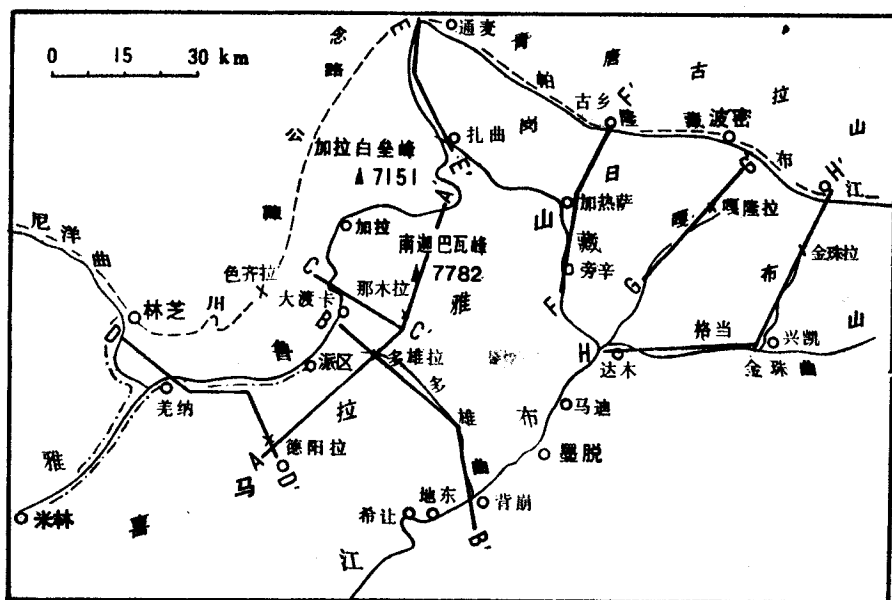


图 1.2 路线地质剖面位置示意图

A-A', 南峰-多雄拉地质剖面 B-B', 派区转运站-多雄拉-背崩地质剖面 C-C', 打林-那木拉错地质剖面 D-D', 林芝-德阳拉地质剖面 E-E', 易贡-扎曲地质剖面 F-F', 旁辛-加热萨-随拉-古乡地质剖面 G-G', 嘎隆拉-62 公里地质剖面 H-H', 达木-金珠拉-达兴地质剖面

区变质岩的岩石类型及其分布特征等资料,详见第二章,现仅就区域地层系统的初步划分问题作如下讨论。

根据变质岩基本特征、地层结构、构造、岩浆岩侵入关系,并参照章振根提供的同位素地质年龄数据,将该区地层系统自老而新划分为南迦巴瓦群、岗日嘎布群和雅鲁藏布江大拐弯群(简称大拐弯群),各群的分布如图 1.1 所示。

为查清该区地质条件,建立区域地层系统,我们根据这里的地形地质特点,以穿剖面为主,同时对某些重点地段进行追索性调查。经室内综合整理,绘制出派区转运站—多雄拉—背崩、打林—那木拉错、林芝—德阳拉、易贡—扎曲、达木—金珠拉—达兴、旁辛—加热萨—随拉—古乡等八条路线地质剖面(图 1.2),并以此作为划分地层系统和地质构造研究的基础资料。

(一) 南迦巴瓦群 (Pt_1 , Pt_2)

南迦巴瓦群可分为上 (Pt_2)、下 (Pt_1) 两部分。该群下部 (Pt_1) 时代的确定基本上依据同位素年龄、区域对比、变质岩岩性、地层间关系和分布特点等资料。

1. 同位素年龄

据章振根(1987)提供的关于雅鲁藏布江大拐弯内侧变质岩(包括南峰区和山麓区变质岩系)的 Rb-Sr 同位素年龄 749Ma (详见第九章),该群下部 (Pt_1) 属于元古代地层,比喜马拉雅中段高喜马拉雅结晶岩系(同位素年龄 640—660 Ma)还要老。因此,南迦巴瓦群下部 (Pt_1) 可能属早元古代(或更古老)地层。

2. 区域对比与岩性

南迦巴瓦群下部 (Pt_1) 主要出露于南峰—那木拉—多雄拉、德阳拉海拔 3 400m 以上的高山地带。也许加拉白垒山峰区的岩石可与该群对比。这类高山地带岩石与山麓地带岩石的最重要区别还在于,前者普遍发生了区域性混合岩化,并且眼球状、条带状构造发育。

3. 地层接触关系

从地层接触关系看,在德阳拉、多雄拉南北坡及那木拉错以北等地段的同属前寒武纪的地层之间,可能存在不整合关系(图 1.3, 1.4)

4. 构造与地层

构造上,南迦巴瓦群下部在南峰区呈现东西向复式褶皱(图 1.5)。在大范围上,它与北东向展布的南迦巴瓦群上部走向斜交,显示出前寒武纪地层存在两个构造层。

根据岩石类型和构造关系等特点,南迦巴瓦群下部自老而新似乎又可进一步划分出多雄拉组、那木拉组和大渡卡组三个地层单位。

(1) 多雄拉组 由一套斜长混合片麻岩、夕线石混合片麻岩和夕线石榴二长片麻岩所组成,构成多雄拉背斜的轴部,一般倾角较缓,由 20° — 30° 过渡为 40° — 50° 。多雄拉

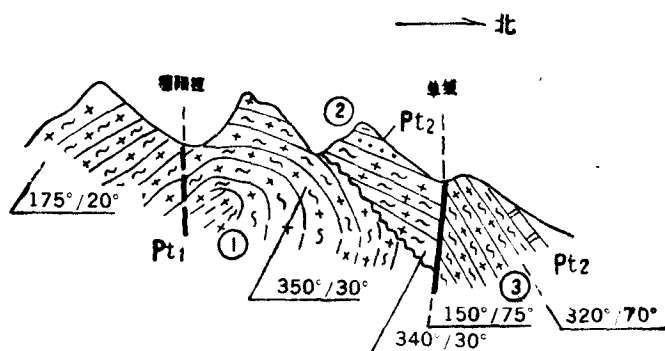


图 1.3 德阳拉北坡南迦巴瓦群下部 (Pt_1) 与上部 (Pt_2) 之间角度不整合地质剖面图

①混合岩化的单辉黑云二长片麻岩、黑云角闪二长片麻岩、夕线钾长片麻岩、斜长角闪岩、黑云二长片麻岩、黑云斜长角闪岩、辉长岩 ②角闪黑云二长片麻岩、夕线二云片麻岩、石英岩、夕线黑云片麻岩 ③角闪黑云斜长片麻岩、石榴角闪斜长片麻岩、夕线镁橄榄石大理岩、石榴云母片岩、夕线斜长片麻岩

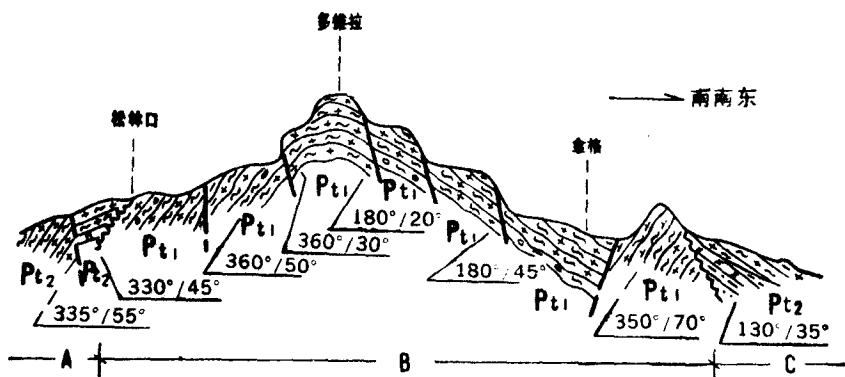


图 1.4 多雄拉地质剖面图

Pt_1 : 南迦巴瓦群下部 Pt_2 : 南迦巴瓦群上部 A. 黑云斜长片麻岩、黑云斜长角闪岩 B. 含夕线石黑云二长片麻岩(眼球状混合片麻岩)、黑云角闪斜长片麻岩(条带状混合片麻岩) C. 二云钾长片麻岩、黑云母片麻岩、变质岩

背斜的北翼出现松林口不整合,它与上元古界多雄曲群接触,南翼被拿格断裂切割,再向南似乎存在不整合关系(图 1.6)。

(2) 那木拉组 为一套斜长角闪岩、角闪岩、黑云母片麻岩、辉石岩、榴辉岩、石榴黑云斜长片麻岩等混合岩化变质岩所组成,层位应高于多雄拉组。它出露于那木拉、卓马日和路口曲源头一带,属于南峰破裂背斜的南翼,而本身则由次级背向斜所构成(图 1.5, 1.7)。

(3) 大渡卡组 为一套由单辉黑云二长片麻岩、黑云角闪二长片麻岩、夕线钾长片麻岩、斜长角闪岩等组成(图 1.8)。层位似乎高于那木拉组。

由上述可知,尽管我们力求对南迦巴瓦群的各组层位从不同方面提供可信的依据,但是,由于变质深、构造上受断裂切割影响,剖面很少连续,故只能提出这些初步认识,供今后研究参考。

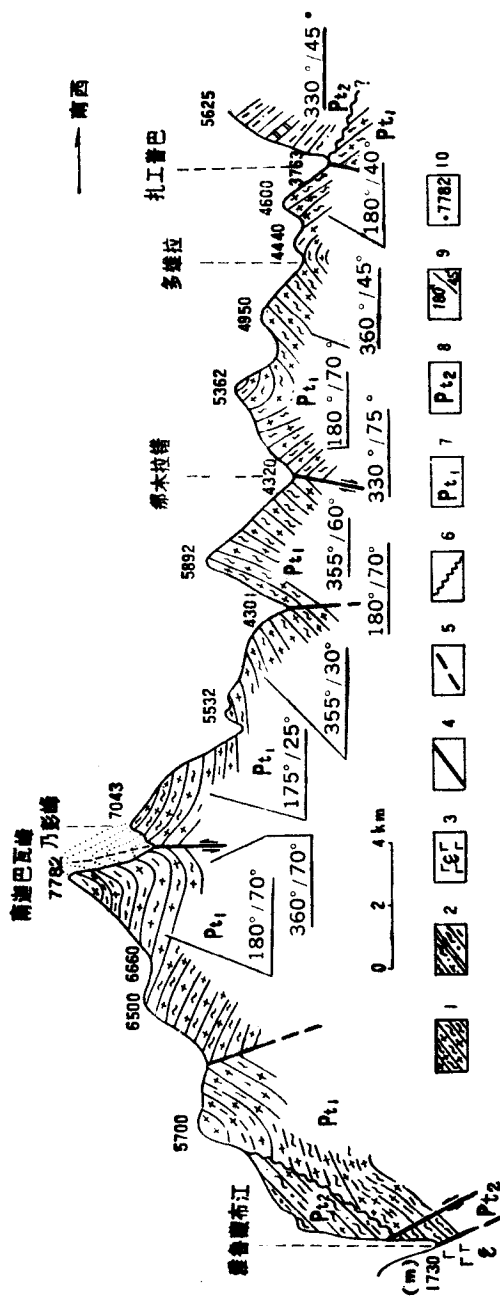


图 1.5 南峰区地质构造剖面图 (A-A')

1. 混合片麻岩 2. 片麻岩、变粒岩夹大理岩 3. 超基性岩(据卫星图像解释) 4. 逆冲断层 5. 性质不明及推测断层 6. 不整合
7. 南迦巴瓦群下部 8. 南迦巴瓦群上部 9. 倾向/倾角 10. 海拔高度(m)

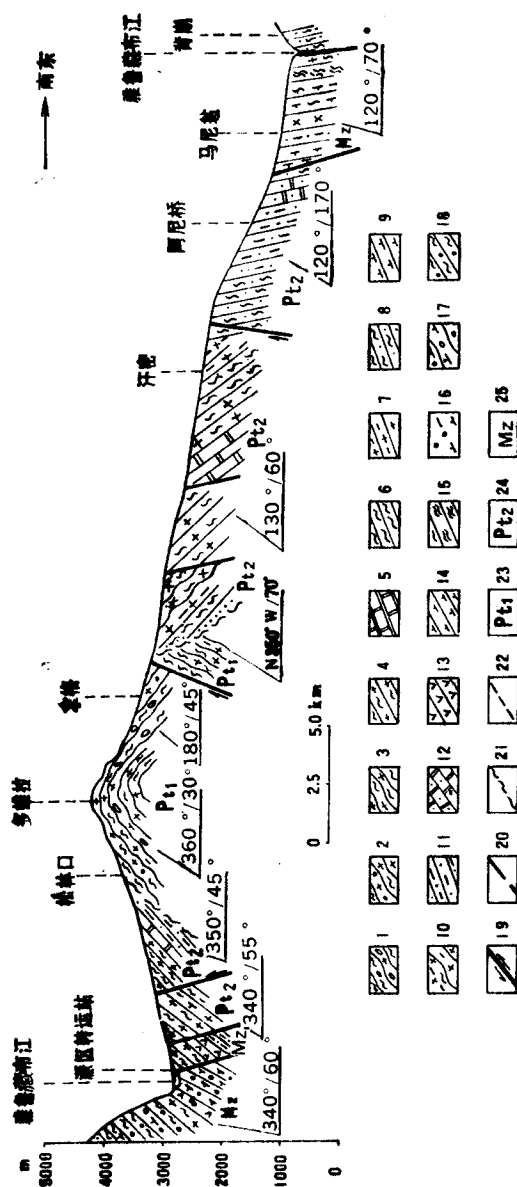


图 1.6 派区转运站-多雄拉-背崩路线地质剖面图 (B-B')

1. 黑云母斜长混合片麻岩 2. 夕线石榴二长片麻岩 3. 夕线石榴混合片麻岩 4. 黑云斜长片岩 5. 透闪石大理岩 6. 黑云母片岩 7. 二云母长片麻岩
8. 黑云母片岩 9. 绿帘角闪岩 10. 角闪斜长片麻岩 11. 长英变粒岩 12. 石英大理岩 13. 辉石岩(角闪化) 14. 斜长角闪岩 15. 二云母片麻岩
16. 黑云母片岩 17. 石榴黑云斜长角闪岩 18. 夕线石榴云母片岩 19. 断崖 20. 推测断层 21. 不整合界线 22. 推测地质时代界线 23. 南迪巴瓦群下部 24. 南迪巴瓦群上部 25. 中生界