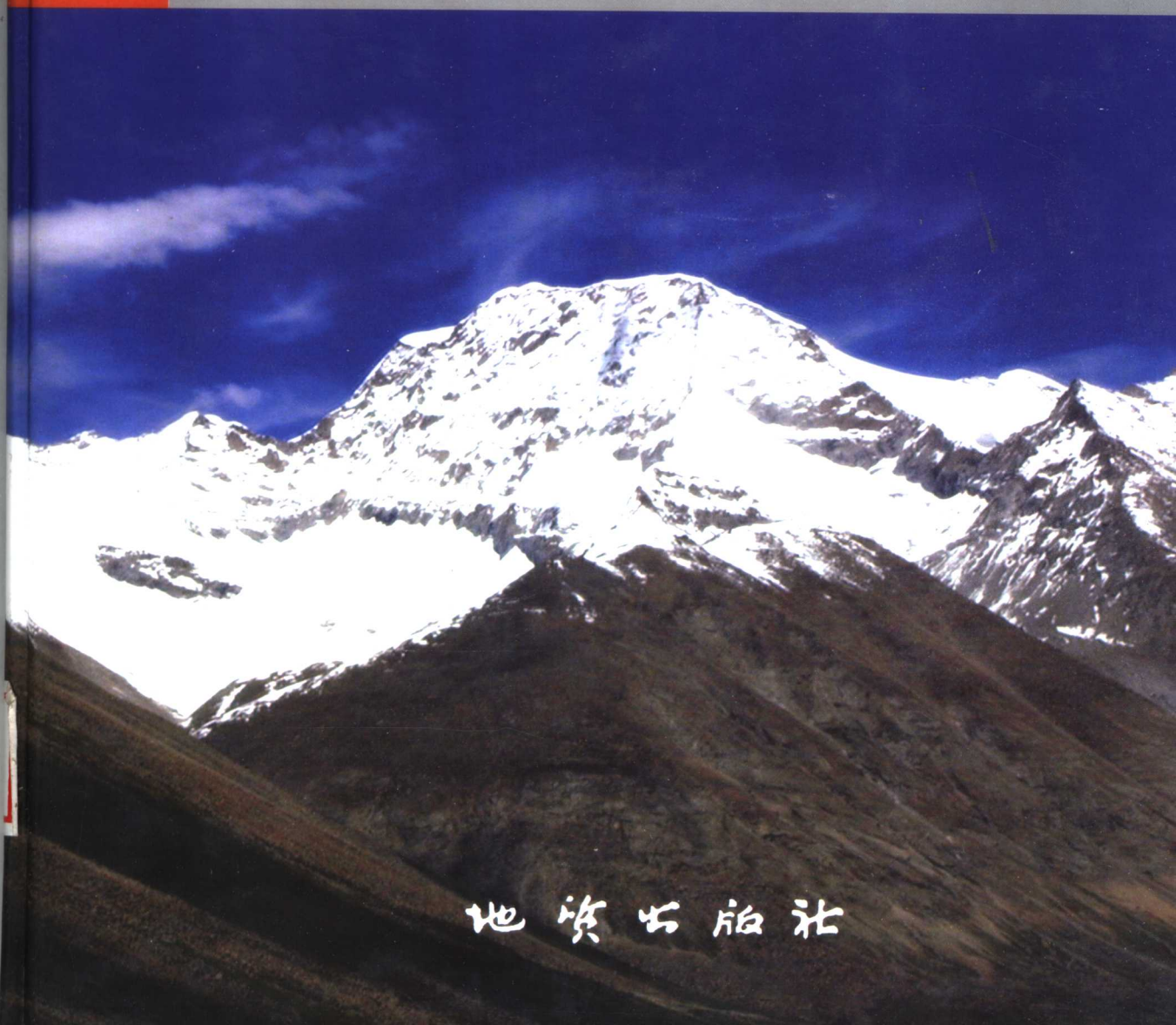


● 吴珍汉 叶培盛 胡道功 等著

青藏高原腹地的地壳变形 与构造地貌形成演化过程

QINGZANG GAOYUAN FUDI DE DIQIAO BIANXING
YU GOUZAO DIMAO XINGCHENG YANHUA GUOCHENG



地质出版社

国际合作 INDEPTH - III 项目地质课题
95 - 13 - 01 - 06 与 001CB711001 课题

青藏高原腹地的地壳变形 与构造地貌形成演化过程

吴珍汉 叶培盛 胡道功
邵兆刚 赵 逊 吴中海 著
江 万 刘琦胜 周春景

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

本书可供从事区域地质调查与大陆动力学研究的专业技术人员和教学人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

青藏高原腹地的地壳变形与构造地貌形成演化过程/吴珍汉等著.

- 北京: 地质出版社, 2003.9

ISBN 7-116-03898-1

I. 青… II. 吴… III. ①青藏高原-地壳形变-研究②青藏高原-构造地貌学-研究 IV. P548.27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 080487 号

执行编辑：王大军

责任编辑：白 铁 邢瑞玲 沈 镭

责任校对：王素荣

出版发行：地质出版社

社址邮编：北京海淀区学院路 31 号，100083

电 话: (010) 82324508 (邮购部); (010) 82324579 (编辑部)

地址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs(a) gph. com. cn

传 真: (010) 82310759

印 刷：北京中科印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm¹/₁₆

印 张: 19

字 数：465 千字

印 数: 1—700 册

版次: 2003 年 9 月北京第一版·第一次印刷

定 价：50.00 元

ISBN 7-116-03898-1/P·2405

(凡购买地质出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行处负责调换)

序 言

青藏高原是地球表面面积最大、时代最新、海拔最高的大陆高原，发育复杂的构造变形历史和碰撞造山过程，现今仍具有强烈的构造活动性，是国际科学界公认的大陆动力学野外实验室。青藏高原的构造变形、地壳缩短增厚与高原隆升过程及环境灾害效应已经成为国内外地球科学领域关注的热点问题。

对青藏高原地质构造，前人进行了长期探索和调查研究工作。20 世纪 50 年代初期，李璞等开展过 1:50 万路线地质调查；20 世纪 50 年代中晚期，西藏自治区在羊八井—当雄—那曲一带做过 1:100 万石油地质普查。20 世纪 60 年代，中国科学院先后 3 次组织对青藏高原与喜马拉雅地区的综合科学考察，发现一批重要的古生物化石、岩浆侵入体与重要构造带，出版了系列考察报告。20 世纪 70 年代，西藏地质局组织完成拉萨幅 1:100 万区域地质调查，编制拉萨幅 1:100 万地质图；美国科学家 Molnar 和法国地质学家 Tapponnier 利用陆地卫星遥感资料，结合地震震源机制解，合作研究青藏高原活动构造，提出青藏高原存在大规模走滑运动和东向挤出现象，在国际地学界产生重大影响。1980 年，原地质矿产部青藏高原综合地质调查大队会同有关地矿局，在分析已有资料与综合研究的基础上，编制出版了青藏高原及邻区 1:150 万地质图。1980~1984 年，原地质矿产部、中国科学院与法国国家科学研究中心联合开展了“喜马拉雅山地质构造与地壳上地幔的形成和演化”合作研究，在地壳—上地幔结构组成与构造演化、地层古生物、蛇绿岩、侵入岩、变质岩、人工地震测深、大地电磁测深、古地磁与活动构造方面，取得重要成果，发表了大量有重要影响的学术论文，出版了系列专著。1984~1986 年，中国科学院与英国皇家学会联合组成中-英青藏高原综合地质考察队，开展了拉萨—格尔木走廊带的地层、岩石、构造、第四纪地质、活动构造、高原隆升过程等方面的系统调查与研究，分别出版了中、英文专著与 1:50 万地质图。1985~1990 年，国家地震局与西藏自治区科委联合组织藏中地区活动构造与当雄 8 级地震、崩错 8 级地震的考察与研究，相关成果于 1992 年以专著形式出版。1987~1991 年，中国地质科学院、中国地质大学、长春地质学院与中国科学院地质研究所、地球物理研究所等 8 个单位的 60 余名不同学科的专家，联合完成了亚东—格尔木 GGT 地学断面，在岩石圈结构构造、深部过程、岩浆岩地球化学与古地磁等方面取得重要进展，编制地质与地球物理系列图件，受到国际地学界的重视与好评，主要研究成果已于 1996 年以专著形式出版。1987~1989 年，西藏地矿局组织编著了《西藏自治区区域地质志》，对青藏高原区域地质、区域构造、深部构造与活动构造进行了系统分析。20 世纪 90 年代初期以来，在赵文津研究员、Larry Brown 教授、Douglas Nelson 教授的组织与领导下，中国地质科学院、中国地质大学与美国、德国、加拿大十多个大学的数十名科学家一起，分 3 个阶段，联合开展了喜马拉雅—青藏高原深部探测（简称 INDEPTH），在地壳精细结构构造、深部地质、区域构造等方面取得多项重要探测成果，在《Science》、《Nature》、《Journal of Geophysical Research》、《Tectonics》、《Terra Nova》

等国际核心刊物发表数十篇论文,引起国际地学界的广泛关注与重视。国际上每年召开一次“喜马拉雅-喀喇昆仑-青藏高原学术研讨会”(简称 HKT),交流最新研究成果,至今已连续召开 18 届 HKT 学术会议。中国科学院对青藏高原深部构造也进行过长期探测(潘裕生、孔祥儒,1998)。

对青藏高原隆升过程与机理,前人开展过大量研究工作。20 世纪 20 年代,Argan 提出印度大陆俯冲导致青藏高原隆升模式。1964 年,我国科学家施雅风、刘东生等在西夏邦马峰北坡发现上新世高山栎化石,推测自上新世以来喜马拉雅地区隆升幅度达 3000 m。20 世纪 70 年代,中国科学院青藏高原综合科学考察队在喜马拉雅山中段的吉隆盆地和唐古拉山南坡布隆盆地发现上新世三趾马动物群,推断青藏高原上新世末期平均海拔高度不超过 1000 m,青藏高原隆升主要发生在第四纪。20 世纪 70~90 年代,中外科学家进行了大量的大气数值模拟研究工作,支持了青藏高原第四纪隆升模式(施雅风等,1998;孙鸿烈等,1998)。20 世纪 90 年代中期,钟达赉与丁林应用磷灰石裂变径迹方法,通过青藏高原东部侵入岩和变质岩磷灰石的裂变径迹测年,分析青藏高原隆升过程,认为青藏高原快速隆升开始于 3 Ma,而且自 3 Ma $\rightarrow$ 2 Ma $\rightarrow$ 1 Ma,高原隆升速率自 1~2 mm/a $\rightarrow$ 2~7 mm/a $\rightarrow$ 10~30 mm/a,呈现出近指数增加趋势。1990 年, Molnar and England 在《Nature》上发表文章,对依据古气候变化、古生物变迁分析青藏高原隆升过程的方法提出质疑。1992 年, Harrison et al. 在《Science》上发表论文,根据热年代学方法测定的岩体剥露速率,推断青藏南部在 20~18 Ma 期间发生地壳快速增厚和高原快速隆升事件。1995 年, Harrison, et al. 应用钾长石 ^{39}Ar - ^{40}Ar 多重扩散域热年代学方法,测定念青唐古拉山东部糜棱岩形成时代与冷却历史,分析羊八井-当雄盆地形成时代,进而依据重力坍塌理论,推断青藏高原在 7~8 Ma 已经达到现代地壳厚度并接近现今海拔高度。Turner et al. (1993)根据地壳增厚-岩石圈去根减薄-地幔岩浆活动-高原隆升关系模式,通过测定新近纪地幔源玄武岩的时代,分析青藏高原隆升时代,认为青藏高原在 13~14 Ma 达到最大海拔高度。2001 年, Blisniuk et al. 根据双湖盆地西边界断裂带绢云母、白云母的 Rb-Sr 等时线测年方法,测出双湖地堑盆地的裂陷开始时代为 13.5 Ma,从而将青藏高原隆升到现今相近海拔高度的时代提前到 13.5 Ma。迄今为止,国内外科学家对青藏高原隆升过程存在截然不同的观点和认识。

自 1998 年以来,作者先后承担中-美-德-加合作 INDEPTH-III 项目地质课题、国家重点基础研究发展规划“大陆强震机理与预测”项目“中国西部主要地块新构造运动与现今活动性研究”(95-13-01-06)子课题、中国地质调查局与中国地质科学院资助“西藏当雄幅 1:25 万区域地质调查”项目(2000~2002 年)及中国地质调查局与铁道部联合资助“青藏铁路沿线活动断层调查与地应力测量”项目(2001~2003 年)。这些项目虽然目标任务不同,但都将青藏高原地壳变形与构造地貌演化过程列为重要研究内容。国际合作 INDEPTH-III 项目地质课题(1998~2002 年)侧重研究德庆-伦坡拉-双湖-多格错仁走廊带的地质构造、地壳缩短与高原隆升过程。中国西部主要地块新构造运动与现今活动性研究课题(1999~2002 年)以青藏高原腹地为重点工作地区,侧重研究新构造运动、构造地貌演化过程与现今构造活动性。西藏当雄幅 1:25 万区域地质调查项目(2000~2002 年)设立构造专题,以西藏当雄幅 1:25 万测区为重点工作地区,围绕区域构造、地壳变形、构造地貌演化及相关科学问题,开展系统研究。青藏铁路沿线活动断层调查与地应力测量

项目(2001~2003年)将晚更新世—全新世构造活动、断层运动、地表应力、区域地壳稳定性及相关地质灾害列为重要研究内容。本书综合各项目(课题)的相关资料与观测成果,以西藏当雄及邻区为重点地区,研究青藏高原腹地不同时期的区域构造型式、地壳变形特征、构造地貌演化和高原隆升过程,分析地壳运动驱动机理,期望为碰撞造山理论和大陆动力学发展起到一定的推动和促进作用。

青藏高原腹地(图1)是班戈—八宿、隆格尔—南木林和拉萨—察隅不同地层分区的会聚复合地区,具有复杂的地质构造演化历史,形成了颇具特色的高原地貌景观,发育雄伟壮观的念青唐古拉山脉、绵延起伏的旁多山地、风光秀丽的纳木错湖盆、闻名中外的羊八井—当雄地垒盆地、热气腾腾的高温喷泉与奔涌不息的拉萨河,形成不同高度的层状地貌、不同方向的断层地貌、不同特点的盆—山构造地貌与不同规模的河湖阶地地貌,是研究青藏高原形成演化的关键地区。本书在西藏当雄幅1:25万区域地质调查、INDEPTH-III项目德庆—双湖—多格错仁强错与拉萨—格尔木走廊带路线地质观测、青藏铁路沿线活动断层勘测与地质灾害调查及青藏高原新构造研究基础上,将区域地质调查—前沿性科学问题研究、构造变形—地壳缩短—高原隆升—环境变迁、深部过程—地表效应紧密联系在一起,以当雄幅1:25万测区为重点、兼顾周边及相邻地区的关键地质路线(图1),从野外观测、年代学测定、数值模拟和理论分析不同角度,研究青藏高原腹地的地壳变形历史和构造地貌形成演化规律,探讨青藏高原隆升过程及动力学机理。

参加本书研究工作的人员主要包括吴珍汉研究员、叶培盛博士、胡道功博士、邵兆刚博士、赵逊研究员、江万博士、吴中海博士、刘琦胜研究员和周春景助理研究员。王薇高级工程师和王连捷研究员提供了青藏铁路沿线构造应变的数值模拟资料。活动断裂的浅源地震勘探与联合电法勘探资料由彭华研究员提供;氦气测量由夏浩东工程师、李国歧工程师完成。地质力学研究所西藏区域地质调查项目组杨欣德博士提供了区域地层资料,赵希涛研究员、朱大岗研究员提供了部分第四纪地质资料,孟宪刚研究员、冯向阳研究员、李增水工程师与作者一起开展了部分野外地质调查工作,柯东昂教授级高级工程师和王建平研究员对区域地质和区域构造分析提供过帮助。中国地震局地质研究所年代学实验室协助完成裂变径迹测年、热释光测年和部分ESR测年任务,中国地质科学院离子探针SHRIMP中心为锆石U-Pb同位素测年提供了指导和帮助,中国地质科学院地质研究所和石油规划院同位素实验室协助完成K-Ar法测年任务,中国地质科学院地质力学研究所张淑坤研究员与吴乃芬高级工程师协助完成部分ESR测年任务,样品单矿物分选由河北省区域地质调查研究所协助完成。有关图件由鄢犀利工程师、尚玲高级工程师和赵小荣高级工程师清绘。中国地质科学院赵文津院士长期关心、支持、指导相关研究工作,中国地质科学院肖序常院士、李廷栋院士、陈克强研究员与中国地质调查局基础部副主任庄育勋研究员对区域地质调查及相关研究工作提出过很多指导性意见,中国地质调查局水环部主任殷跃平研究员对活动断层、地质灾害和地壳稳定性评价提出过很多有益的建议,中国地质科学院张彦英院长对青藏铁路沿线活动断裂勘测与地质灾害调查给予了大力支持和精心指导,中国地质科学院副院长董树文研究员与科技处长李贵书研究员、熊嘉育研究员长期支持相关项目和课题的研究工作,地质力学研究所领导和职能部门给予了多方面的支持和帮助,在此一并致谢。

本书序言由吴珍汉、赵逊编写,第一章由吴珍汉、胡道功编写,第二章由叶培盛、吴珍汉编写,第三章由吴珍汉、叶培盛、赵逊编写,第四章由吴珍汉、刘琦胜、胡道功编写,

第五章由吴珍汉、江万编写；第六章由吴珍汉、吴中海、江万、周春景编写，第七章由邵兆刚、吴珍汉编写，结束语和英文简介由吴珍汉、赵逊编译。全书由吴珍汉负责修改、统稿和定稿。赵希涛研究员与柯东昂教授级高级工程师对书稿提出了宝贵的修改意见。

由于本书涉及青藏高原区域地质调查的很多基础问题和现代地球科学的热点问题，因此仅能够起抛砖引玉的作用，不足和错误在所难免，欢迎同行专家批评指正。

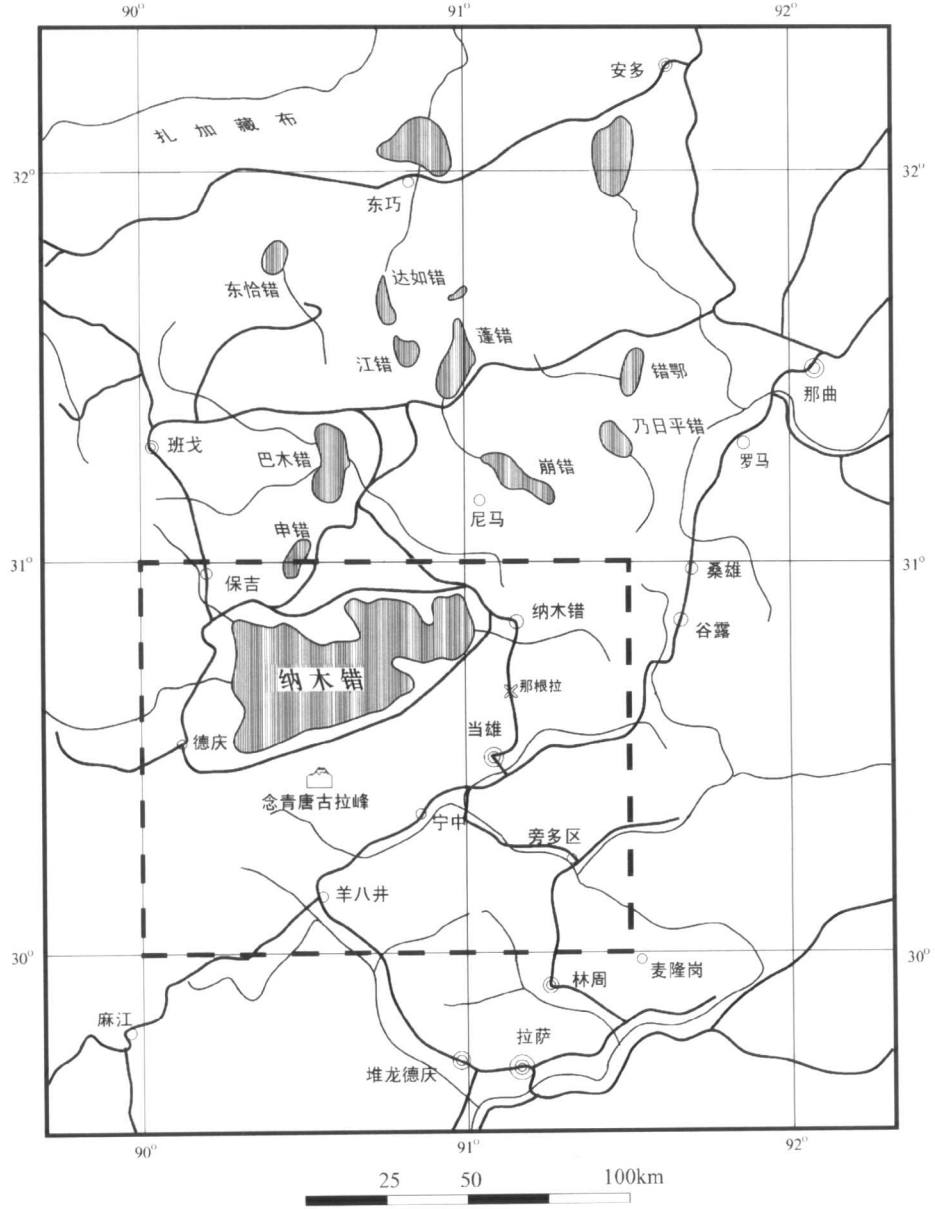


图 1 研究区交通位置示意图

(虚线框出西藏当雄幅 1:25 万测区范围，粗线表示公路，细线表示河流)

Fig.1 Sketch map illustrating research areas and 1:250000 mapping region by dashed lines

目 录

序 言

第一章 区域地质概况	(1)
第一节 区域地质背景.....	(1)
第二节 区域地层系统.....	(5)
第三节 区域岩浆活动.....	(11)
第四节 区域变质作用.....	(14)
第五节 区域地貌特征.....	(21)
第二章 地壳挤压变形与构造型式	(27)
第一节 典型褶皱构造.....	(27)
第二节 压扭性韧性剪切带.....	(44)
第三节 纳木错逆冲推覆构造.....	(52)
第四节 旁多逆冲推覆构造.....	(70)
第三章 地壳伸展变形与构造型式	(86)
第一节 纳木错西岸蛇绿岩与古大洋扩张遗迹.....	(86)
第二节 新生代晚期地壳伸展构造型式.....	(103)
第三节 地壳伸展走滑断层形成活动时代.....	(113)
第四章 典型盆-山构造地貌形成演化过程	(120)
第一节 当雄-羊八井盆-山构造地貌特征	(120)
第二节 念青唐古拉花岗岩侵位与山脉隆升过程.....	(125)
第三节 典型盆-山构造地貌形成演化过程	(141)
第五章 地壳缩短增厚与高原隆升过程	(147)
第一节 新生代地质发展历史.....	(147)
第二节 地壳结构与组成模式.....	(152)
第三节 地壳缩短量估算.....	(161)
第四节 古地壳厚度与古海拔高度的理论分析.....	(168)
第五节 青藏高原隆升的地质记录和环境响应.....	(176)
第六章 活动断层及灾害效应	(183)
第一节 活动断层及研究方法.....	(183)
第二节 当雄-羊八井盆地活动断层地质特征	(196)
第三节 当雄-羊八井盆地断层活动时代与运动速度	(214)
第四节 活动断层-温泉-地震关系	(217)
第五节 区域构造活动性与地壳稳定性评价.....	(227)
第六节 典型地质灾害.....	(233)

第七章 构造应力场与热动力场数值模拟	(247)
第一节 有限元数值模拟方法与介质模型.....	(247)
第二节 古近纪构造应力场数值模拟.....	(251)
第三节 晚近时期构造应力场数值模拟.....	(256)
第四节 羊八井及邻区现今热动力场数值模拟.....	(261)
第五节 构造地貌形成演化的动力学机理.....	(267)
结束语	(272)
英文摘要	(276)
参考文献	(287)

Contents

Preface

Chapter 1 Introduction on Regional Geology	(1)
1.1 Regional Tectonic Setting	(1)
1.2 Regional Stratigraphic System	(5)
1.3 Regional Magmatism	(11)
1.4 Regional Metamorphism	(14)
1.5 Regional Geomorphic Features	(21)
Chapter 2 Compressional Deformation and Tectonic Types	(27)
2.1 Typical Folds	(27)
2.2 Ductile Shear Zones	(44)
2.3 Namco Thrust System	(52)
2.4 Pangduo Thrust System	(70)
Chapter 3 Extensional Deformation and Tectonic Types	(86)
3.1 West Namco Ophiolite and Tethys-Oceanic Spreading	(86)
3.2 Late Cenozoic Tectonics of Crust Extension	(103)
3.3 Onset Time of Strike-Slip and Extensional Faulting	(113)
Chapter 4 Evolution of Typical Basin & Range Tectonics	(120)
4.1 Features of Damxung-Yangbajain Basin & Rang Tectonics	(120)
4.2 Emplacement of the Nyainqentanglha Granite and Uplift Processes of the Nyainqentanglha Mts. of Central Tibet	(125)
4.3 Evolutional Processes of Typical Basin & Range Tectonic System of Central Tibetan Plateau	(141)
Chapter 5 Crust Shortening and Thickening and Uplifting Processes of the Tibetan Plateau	(147)
5.1 Cenozoic Geological History	(147)
5.2 Structures and Composition of Crust	(152)
5.3 Estimation of Crust Shortening	(161)
5.4 Estimation of Palaeo-Crust Thickness and Palaeo-Elevation	(168)
5.5 Geological Records and Environment Responses to Uplift of the Tibetan Plateau	(176)
Chapter 6 Active Faults and Hazard Effects	(183)
6.1 Terms and Methods for Studying Active Fault	(183)
6.2 Geological Features of Major Active Faults within the Damxung-Yangbajain Graben	(196)

6.3 Faulting Time and Slip Rates of Active Faults of the Damxung- Yangbajain Graben	(214)
6.4 Relationship among Active Fault, Hotspring and Earthquake	(217)
6.5 Evaluation on Tectonic Activity and Crust Stability	(227)
6.6 Typical Geological Hazards	(233)
Chapter 7 Numerical Modeling of Tectonic Stress Field and Thermal Field	(247)
7.1 Method of Finit Element Numerical Modeling and Adapted Material Properties	(247)
7.2 Numerical Modeling on Tectonic Stress Field during Crust Shortening in the Paleogene Period	(251)
7.3 Numerical Modeling on Tectonic Stress Field during Crust Extension Since the Neogene Period	(256)
7.4 Numerical Modeling of Present Thermal Field of the Yangbajain Basin and Its Vicinity	(261)
7.5 Mechanism of Tectonic-Geomorphic Evolution of Central Tibet	(267)
Review and Conclusion	(272)
English Abstract	(276)
References	(287)

第一章 区域地质概况

西藏当雄及邻区位于青藏高原腹地，经历了漫长的地质构造演化历史，发育元古宙念青唐古拉变质杂岩、古生界、中生界和新生界不同时期的岩石地层记录、多期岩浆侵入与火山喷发事件，具有复杂的地壳变形过程，形成了颇具特色的区域构造格局和高原地貌景观，成为国际地球科学领域研究青藏高原形成演化不可或缺的关键地区。

第一节 区域地质背景

青藏高原经历了多期特提斯古大洋板块俯冲和区域构造运动，在青藏高原内部形成了 5 条总体呈近 EW 向展布的大型缝合带，包括晚白垩世—始新世雅鲁藏布江缝合带、侏罗纪—早白垩世班公—怒江缝合带、三叠纪—可西里—金沙江缝合带、晚古生代阿尼玛卿—南昆仑缝合带与早古生代昆仑山缝合带（图 1-1）。沿 4 条区域性板块缝合带，发育不同时期的蛇绿岩套、混杂堆积、构造变形与高压变质带。不同时期蛇绿岩套代表不同时期古洋壳残片，一般呈构造岩片方式赋存于不同时期缝合带内。早古生代，原特提斯古大洋板块沿昆仑山缝合带发生俯冲消减事件，在昆仑山地区形成绿片岩相—角闪岩相区域变质作用与广泛的花岗质岩浆侵位活动。晚古生代，古特提斯古大洋板块的俯冲消减导致昆仑山及邻区海西期中酸性岩浆侵位和古生代地层的区域变质作用，形成大型韧性剪切带和近 EW 向紧闭褶皱、片理化带和劈理化带。晚二叠世—三叠纪，由于古特提斯古大洋板块的俯冲消减，形成可西里—金沙江缝合带，在双湖—龙木错地区、可西里地块和昆仑山南部形成海西—印支期中酸性岩浆侵入、褶皱变形、韧性剪切带和区域浅变质作用。侏罗纪—早白垩世，新特提斯北大洋板块向北俯冲于古欧亚大陆板块之下、向南俯冲于念青唐古拉古陆块之下，在班公—怒江缝合带形成侏罗纪蛇绿岩套、混杂堆积及大量逆冲推覆构造与褶皱构造，在纳木错—班戈地区形成古岛弧，产生广泛的浅变质作用、岛弧火山活动和中酸性岩浆侵位事件。晚白垩世—始新世，新特提斯南大洋板块沿雅鲁藏布江缝合带发生俯冲消减，形成长达千余公里的雅鲁藏布江蛇绿混杂岩带及其北侧冈底斯中酸性岩浆带，导致古新世—渐新世林子宗群岛弧火山岩广泛喷发及上白垩统一古新统地层的褶皱变形事件。不同时期特提斯古大洋板块的俯冲消减及相关构造热事件主要发生于板块缝合带与古岛弧带，而对远离缝合带和古岛弧的广大地区则影响较小。特提斯古大洋的扩张、俯冲、消减对青藏地区古生代、中生代和新生代早期的地质构造演化历史具有重要的控制作用。

约自 50~45 Ma 开始发生的印度-欧亚陆-陆碰撞事件，是地质历史时期最重要的全球性构造事件，其影响范围、深度、广度及大陆动力学意义是任何时期特提斯古大洋板块的俯冲事件都无法比拟的。印度大陆板块沿喜马拉雅构造带俯冲于欧亚大陆板块之下，在喜马拉雅山地区形成巨型逆冲推覆构造系统，包括主中央逆冲断裂系（MCT）与主边界逆

冲断裂系 (MBT), 在 MCT 北侧形成巨大的藏南拆离滑脱构造体系 (STD), 构成印度-欧亚大陆板块之间的重要碰撞造山带。印度大陆北向俯冲所产生的巨大构造动力导致青藏地区古近纪发生广泛的区域性褶皱变形、逆冲推覆和显著的地壳缩短, 新近纪青藏高原快速隆升事件与地壳大规模伸展走滑运动, 形成大量古近纪逆冲推覆构造系统, 如泽东-仁布逆冲构造系统、风火山逆冲构造系统、昆仑山逆冲构造系统, 产生大量第四纪区域性活动走滑断裂系统, 如阿尔金左旋走滑断裂、昆仑山左旋走滑断裂、可可西里左旋走滑断裂、风火山左旋走滑断裂、唐古拉山北左旋走滑断裂、嘉黎-喀喇昆仑右旋走滑断裂系、雅鲁藏布江活动断裂系及当雄-羊八井、温泉、双湖、错那湖、安多等裂陷盆地 (图 1-1)。这些重要构造带将青藏高原分割成不同构造块体。依据区域构造演化与地壳结构特点, 以缝合带、碰撞带与边界断裂为界, 将青藏高原划分为 6 个主要块体, 自南向北依次为喜马拉雅地块、冈底斯-拉萨地块、羌塘地块、可可西里-巴颜喀拉地块、昆仑-柴达木地块与祁连地块 (图 1-1)。在青藏高原南侧分布有印度陆块, 在青藏高原北侧分布有塔里木地块。

根据前人资料, 北昆仑地区在早古生代时期地处欧亚大陆南部边缘, 中昆仑地区在加里东期和海西—印支期均处于古岛弧环境; 喀拉昆仑-羌塘地块在古生代属冈瓦纳古大陆的一部分 (潘裕生, 1990、1992)。自古生代开始, 欧亚大陆地壳不断向南增生, 特提斯洋不断向南退缩, 形成不同时期的不同沉积建造和蛇绿混杂岩带。古生代海相沉积分布于包括祁连、昆仑在内的整个青藏地区 (图 1-2)。晚古生代—三叠纪, 沿可可西里-金沙江构造带发生古特提斯洋板块的快速俯冲事件, 形成可可西里-金沙江板块俯冲带及其北侧岛弧带, 至晚三叠世形成可可西里-金沙江板块缝合带, 导致古特提斯大洋逐步退缩到可可西里-金沙江缝合带以南地区; 可可西里-金沙江缝合带以北地区逐步隆升成陆 (图 1-2)。侏罗纪时期, 羌塘地块普遍发育浅海相沉积, 可可西里-巴颜喀拉地块为陆相沉积环境; 约自中侏罗世开始, 特提斯洋板块向南、北两侧发生快速俯冲事件, 形成班公-怒江缝合带和班戈-纳木错古岛弧, 导致羌塘地块逐步褶皱隆升; 至早白垩世羌塘地块整体转变成陆相环境, 特提斯洋退缩到班公—怒江以南地区。白垩纪时期, 青藏北部地区处于陆相环境, 冈底斯-拉萨地块处于海相环境; 约自晚白垩世开始, 特提斯洋板块沿雅鲁藏布江发生快速俯冲事件, 沿冈底斯构造-岩浆带发生强烈构造-热事件, 导致冈底斯-拉萨地块逐步褶皱隆升成陆, 形成雅鲁藏布江缝合带 (图 1-2)。古近纪, 特提斯洋退缩到喜马拉雅以南地区; 至始新世早中期约 45~50 Ma, 特提斯洋在青藏全境消亡; 随后发生印度-欧亚陆-陆碰撞事件 (图 1-2)。渐新世末期—中新世早期, 印度大陆板块开始向北俯冲, 形成喜马拉雅山主中央断裂 (MCT) (Meigs et al., 1995; Burbank et al., 1996), 中新世中晚期形成主边界断裂 (MBT) (Zeitler et al., 1985; Harrison et al., 1992), 导致喜马拉雅山与青藏高原的地壳发生巨量缩短、增厚与快速隆升, 逐步形成现今构造-地貌格局 (图 1-2)。

研究区主体位于青藏高原腹地拉萨地块北部, 北至班公-怒江缝合带, 南至雅鲁藏布江缝合带; 重点工作地区位于西藏当雄幅 1:25 万区域地质调查图幅范围即北纬 30°00′~31°00′、东经 90°00′~91°30′ (图 1-1)。部分观测路线延伸到羌塘地块中部双湖地区和北部可可西里地区。在安多南部和念青唐古拉山地区出露前寒武纪变质基底岩系。早古生代时期发育海相碳酸盐岩-碎屑岩系, 石炭纪—早二叠世早期发育广泛分布于冈瓦纳大陆北部边缘的海相冰筏或重力流沉积成因含砾板岩, 早二叠世晚期发育浅海相沉积成因生物碎

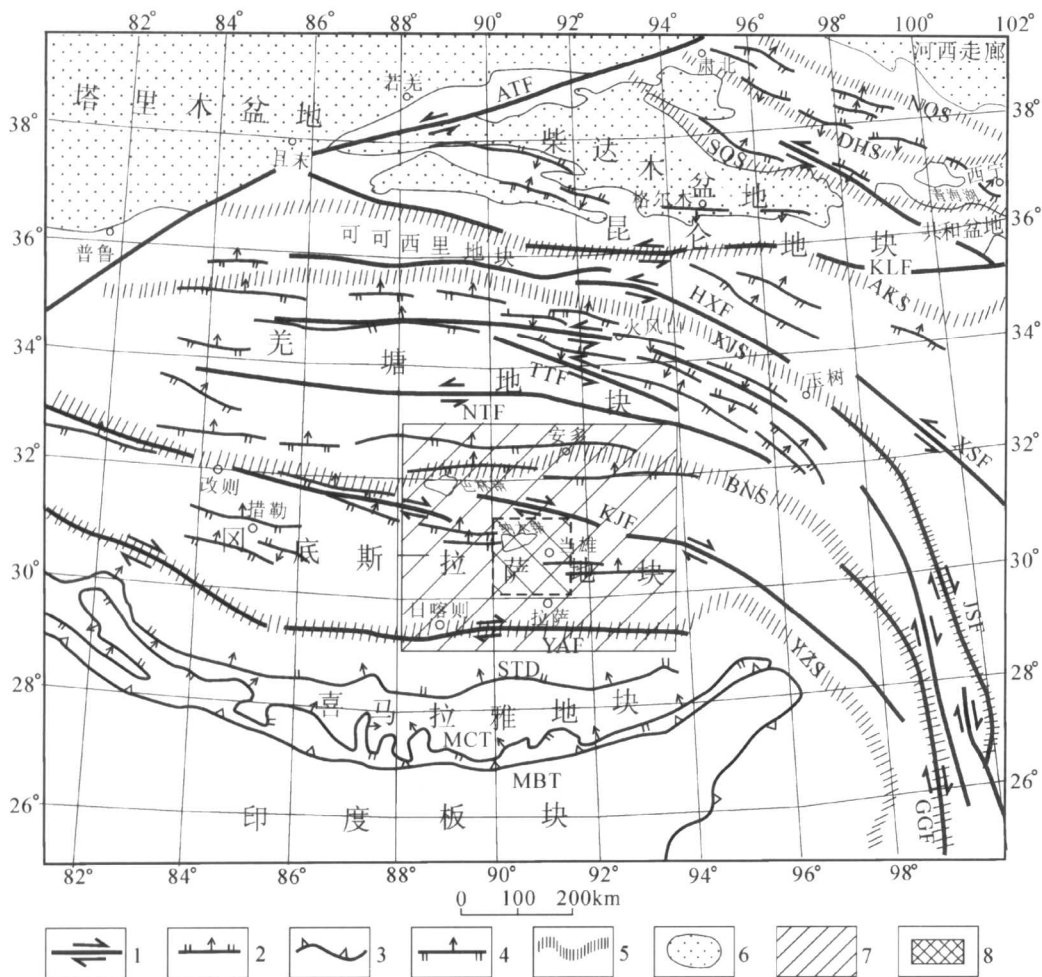


图 1-1 青藏高原构造区划略图

Fig.1-1 Tectonic units of the Tibetan Plateau

1—活动走滑断裂；2—正断层；3—板块边界；4—逆断层；5—缝合带；6—沉积盆地；7—专题研究范围；
8—当雄幅 1:25 万区域地质调查范围与专题重点工作地区

屑灰岩，三叠纪发育砂页岩和碳酸盐岩沉积，中晚侏罗世—早白垩世处于海相沉积环境，发育海相碳酸盐岩-碎屑岩系；侏罗纪—晚白垩世特提斯洋壳俯冲事件在班公-怒江缝合带残留大量侏罗纪古大洋残片，形成蛇绿混杂岩带，在改则—尼玛—班戈一带发生区域性大规模中酸性岩浆侵入事件（图 1-2）。晚白垩世—古近纪时期，研究区主体逐步转变成海陆交互相和陆相沉积环境；随着特提斯古洋壳北向俯冲，在冈底斯-拉萨地块南部诱发大规模岛弧型火山喷发和中酸性岩浆侵入事件。古近纪晚期印度-欧亚陆陆碰撞期间，在冈底斯-拉萨地块发生强烈的构造变形和地壳缩短事件，导致高原快速隆升（图 1-2），逐步形成现今颇具特色的构造-地貌格局。

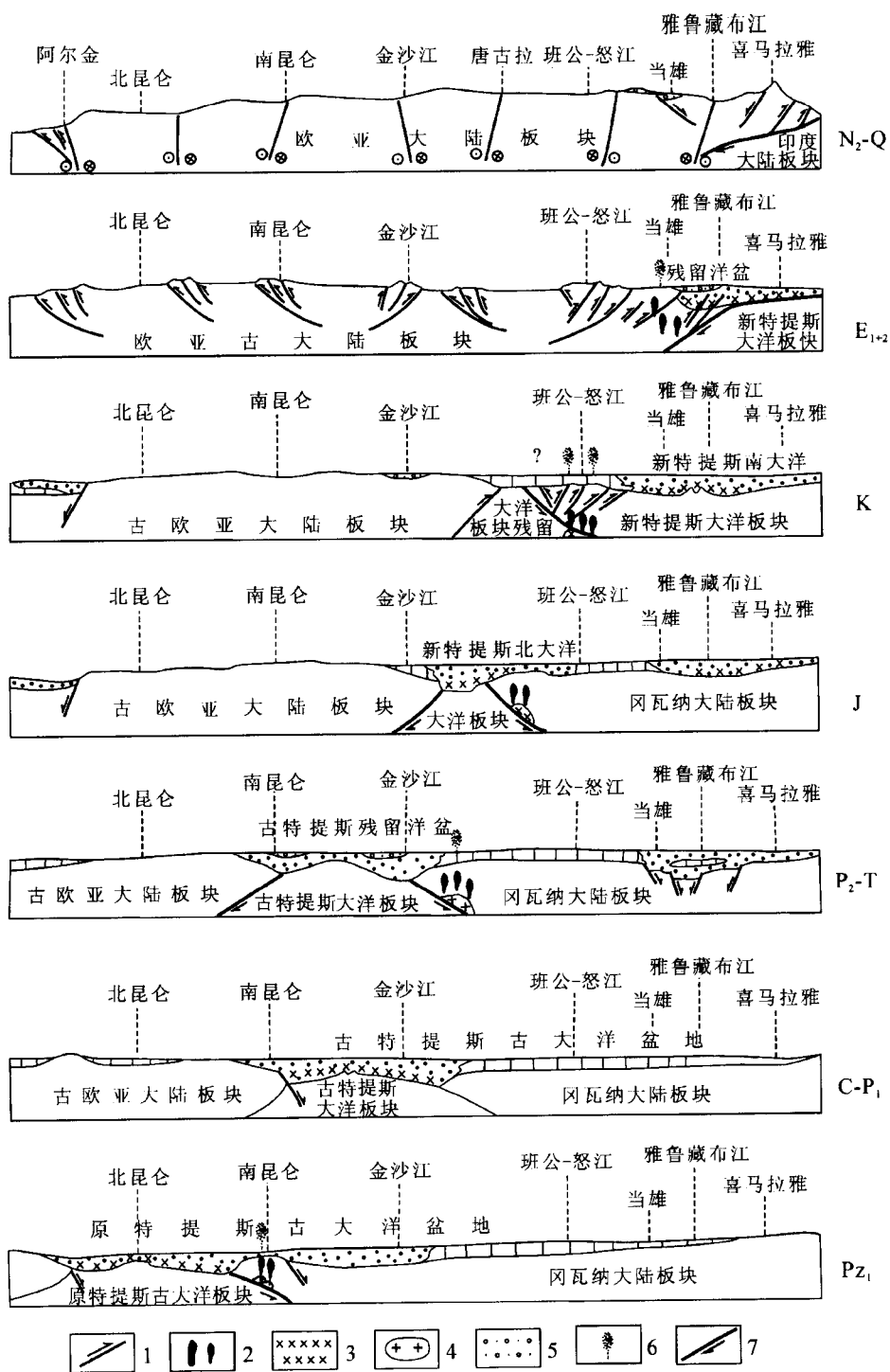


图 1-2 区域地质构造演化模式图

Fig.1-2 Tectonic model of the Tibetan Plateau

1—逆冲断层；2—岛弧岩浆；3—蛇绿岩；4—局部熔体；5—磨拉石建造；6—火山喷发；7—俯冲带

第二节 区域地层系统

西藏当雄及邻区地质构造比较复杂,出露前寒武纪变质表壳岩、变质深成体和古生界、中生界、新生界。自古生代—古近纪,当雄及邻区发育 3 个地层分区,东南部与中部念青唐古拉山地区属拉萨-察隅地层分区,西南部属隆格尔-南木林地层分区,西北部属班戈-八宿地层分区(图 1-3)。不同地层分区具有不同的地质发展历史,形成了不同的岩石地层单元序列(表 1-1)。

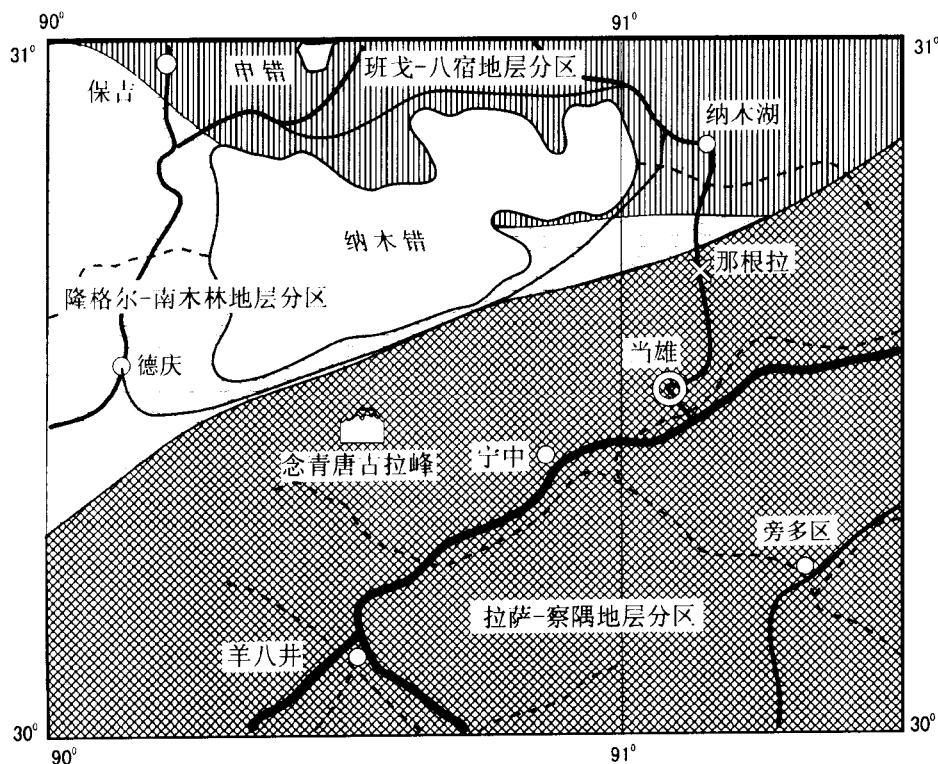


图 1-3 测区地层分区图

Fig.1-3 Stratigraphic division of the Damxung and its adjacent areas of central Tibet

一、前寒武纪变质岩

在念青唐古拉山、纳木错西岸和安多南部出露前寒武纪变质岩,包括变质表壳岩和变质深成体。在当雄幅 1:25 万区域地质调查过程中,将念青唐古拉山与纳木错西岸出露的前寒武纪变质表壳岩统称为念青唐古拉岩群。念青唐古拉岩群虽然出露面积不大,但包含的岩石类型较多,晚期发生土那麻岩和玛尔穷片麻岩的变质深成体侵位及角闪岩相区域变质作用,变质与变形过程非常复杂,但演化序次比较清楚,对研究拉萨地块前寒武纪地质构造演化具有重要意义。念青唐古拉岩群以含透辉大理岩、含石榴十字二云片岩、含阳起石浅粒岩、石榴黑云斜长变粒岩、含石墨斜长透辉岩和斜长角闪岩等表壳岩为主,包括镁铁质岩、长英质岩、大理岩三大岩石类型,出露岩层厚度约 540 m;原岩属火山-沉积岩。

表 1-1 西藏当雄幅 1:25 万测区地层分区及岩石地层单位序列表

Table 1-1 Stratigraphic units of Damxung and its adjacent areas of central Tibet

地 区	分 区	隆格尔—南木林地层分区	拉萨—察隅地层分区	班戈—八宿地层分区
第四纪	全新世	松散砂砾	松散砂砾	松散砂砾
新近纪	上新世			
	中新世			
古近纪	渐新世			
	始新世		林子宗群 帕那组 年波组	
	古新世			
白垩纪	晚世	拉江山组	设兴组	
	早世	卧果沟组		郎山组 多尼组 卧果沟组
侏罗纪	晚世		多底沟组	拉贡塘组
	中世		却桑温泉组	
	早世		甲拉浦组	
三叠纪	晚世		麦降岗组	
	中世		查曲浦组	
	早世			
二叠纪	晚世		蒙拉组	
	中世	下拉组	洛巴堆组	
	早世	昂杰组	乌鲁龙组	
石炭纪	晚世	拉嘎组	米姑组	
	早世	水珠组	诸错组	
泥盆纪	中晚世	查果罗玛组		
	早世			
志留纪				
奥陶纪	晚世			
	中世	柯尔多组		
	早世			
寒武纪				
前寒武纪		念青唐古拉岩群		