

青藏高原科学考察丛书

西藏地貌

中国科学院青藏高原综合科学考察队

科学出版社



200356532

11685

P931

青藏高原科学考察丛书

西藏地貌

中国科学院青藏高原综合科学考察队



00287760

5479/119



科学出版社

1983

内 容 简 介

本书系中国科学院青藏高原综合科学考察队地貌与第四纪地质组,在多年来对西藏实地考察所获得的资料基础上编写成的,它是目前关于西藏地貌的一部最详细的专著。

全书共分八章,较系统地论述了西藏地貌的基本特征、构造地貌、河流地貌、湖泊地貌、冰川与冰缘地貌、岩溶地貌、高原夷平面和地貌发育历史以及西藏地貌类型与地貌区划,并附有彩色1:250万西藏自治区地貌图。本书对研究青藏高原的形成、高原自然环境的形成与演化和开发利用西藏自然资源方面都有一定的科学价值。

本书可供地理、第四纪地质、水文地质和工程地质工作者参考。

青藏高原科学考察丛书

西 藏 地 貌

中国科学院青藏高原综合科学考察队

责任编辑 严梵琰

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

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

*

1983年1月第一版 开本:787×1092 1/16

1983年1月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:精 1—1,380

插页:精 14 平 12

平 1—1,070

字数:353,000

统一书号:13031·2110

本社书号:2881·13—13

定价:布脊精装 5.00 元

平 装 4.00 元

(另附地貌图两幅,随书发行)

编写单位

中国科学院地理研究所
南 京 大 学
中国科学院南京地理研究所

作 者

杨逸畴 李炳元 尹泽生 张青松
王富葆 景 可 陈志明

《青藏高原科学考察丛书》序

号称“世界屋脊”的青藏高原，北起昆仑，南至喜马拉雅，西自喀喇昆仑，东抵横断山脉，幅员辽阔，地势高亢。其绝大部分位于我国境内，面积约为全国领土的四分之一。海拔一般超过四千米，比周围的平原、盆地高出三千米以上。这样一个举世无双，雄伟壮观的高原却又是地球上最年轻的，其最高耸的部分——喜马拉雅山地，直至四千万年前的第三纪初期还是一片汪洋大海！是什么力量以如此惊人的速度把它抬升到了今天的高度？这个大高原经历了怎样的沧桑巨变？它的存在又对自然界和人类活动带来了什么样的影响？……这些自然界的奥秘，长期以来一直强烈地吸引着中外的科学家们。

青藏高原有着独特的自然条件和丰富的自然资源，是我们伟大祖国的一块宝地。几千年来，繁衍生息在这里的藏族同胞和其他兄弟民族一起，通过生产实践，不断认识、利用和改造着这块土地，为中华民族文化的发展做出了贡献。公元641年文成公主进藏，进一步沟通了西藏与内地的文化交流，促进了青藏高原宝藏的开发和经济的发展。然而，近百年来由于中国反动统治阶级的腐败无能和帝国主义的侵略，富饶美丽的青藏高原也备受蹂躏，宝贵的资源任凭掠夺，任其荒芜。有多少爱国的科学家曾渴望着为认识和开发祖国的这块宝地贡献自己的一份力量！可是在旧中国，这个美好的愿望只能是空想而已，只有在社会主义的新中国，我国的科学家们才如愿以偿了。

解放之初，在西藏交通、供应还十分困难的情况下，国家就组织了科学家们去西藏考察。其后，在1956—1967年和1963—1972年两次国家科学发展规划中，都把青藏高原科学考察列为重点科研项目。中国科学院从五十年代到六十年代，先后组织了四次综合科学考察，取得了显著的成绩。但是，限于当时的条件，考察的地区和专业内容都比较局限。因此，到七十年代初，我们对这个高原的了解还是很不够的，不少地区在科学上仍处于空白状态。

为了适应青藏高原社会主义建设的需要，迅速改变这个地区科学考察的落后状况，遵照敬爱的周总理关于加强基础理论研究的指示，中国科学院于1972年专门制订了《青藏高原1973—1980年综合科学考察规划》，要求对整个高原进行比较全面的考察，积累基本科学资料，探讨有关高原形成、发展的若干基础理论问题，并结合青藏高原经济建设的需要，对当地自然资源的开发利用和自然灾害的防治提出科学依据。

1973年，“中国科学院青藏高原综合科学考察队”正式组成并开始了新阶段的考察工作。考察队员来自全国十四个省、市、自治区的五十六个科研、教学、生产单位。包括地球物理、地质、地理、生物、农林牧业等方面的五十多个专业共四百多科学工作者。至1976年，历时四年首先完成了西藏自治区范围内的野外考察（部分专业的考察到1977年结束）。广大的科学工作者胸怀为社会主义祖国争光，为中国人民争气的雄心壮志，在西藏各族人民和人民解放军的大力支持下，克服了山高氧缺、风雪严寒、交通不便等困难，跋山涉水，风餐露宿，艰苦奋斗，团结协作，终于胜利地完成了野外考察任务，搜集了大量的珍

贵科学资料。1977年开始,转入室内总结。参加资料分析、鉴定、整理、总结工作的单位又扩增到七十四个,组成了更大规模的社会主义大协作。

现在和读者见面的《青藏高原科学考察丛书》就是1973年至今七年多来参加西藏野外考察和室内工作的广大科学工作者的心血结晶。

本《丛书》包括西藏地球物理场与地壳深部结构、西藏地层、西藏古生物、西藏南部沉积岩、西藏岩浆活动与变质作用、西藏南部花岗岩地球化学、西藏第四纪地质、西藏地热、西藏地质构造、西藏自然地理、西藏气候、西藏地貌、西藏冰川、西藏泥石流、西藏河流与湖泊、西藏盐湖、西藏土壤、西藏植被、西藏森林、西藏草原、西藏作物、西藏野生大麦、西藏家畜、西藏农业地理、西藏植物志、西藏孢子植物、西藏哺乳类、西藏鸟类志、西藏昆虫、西藏鱼类、西藏水生无脊椎动物、西藏两栖和爬行动物等部专著。至于青藏高原其它地区的综合科学考察工作,今后将陆续进行。

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,我们也殷切地希望读者对《丛书》的错误和缺点提出批评指正。我们深深感到,现在对青藏高原的考察研究仅仅是迈出了第一步,该做的工作还很多。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,为建设社会主义的新西藏而继续努力,争取对于人类做出较大的贡献!

中国科学院青藏高原综合科学考察队

前 言

西藏自治区位于我国西南部,它地域辽阔,地势高亢,是世界上最高最年轻的高原——青藏高原的主体部分。由于它的广漠高亢,其自然条件独特多样,自然资源丰富多彩,成为世界上一个十分独特的地理单元。高原上地貌类型复杂,有断块山地、断陷盆地、现代冰川和古冰川遗迹、冰缘、河流、湖泊、岩溶和风沙等等,其中,有世界闻名的巨大山脉;亚洲许多大河的上游源头;我国主要的内陆湖区和内流水系区;而冰川、冰缘、岩溶等又具有世界同类地貌的特殊内容。表现在空间上,各种成因的地貌类型组合在一起,既有一定的规律,又有垂直和水平方向上明显的地域差异性。不同类型地貌的认识和研究,对它们的合理利用和改造,与社会主义建设有着直接的关系,对于丰富世界地学的理论宝库,也有很大的意义。

长期以来,西藏的地貌研究工作的基础十分薄弱,研究程度在地域上也很不平衡。解放以前,西藏地区只是少数抱有各种目的的外国探险家像斯文赫定(Sven Hedin, 1894, 1899, 1906—1908)、海登(H. Haydan, 1903—1904, 1921)、赫伦(A. M. Heron, 1921)、韦杰(L. R. Wager, 1933)、戴特拉(H. De. Terra, 1927—1928)、诺林(Evik, Norin, 1931—1935)、亨廷顿(E. Huntington, 1906)、涂宁克尔(Emil, Trinkler)、沃德(F. K. Ward, 1926)等先后在十九世纪末、20世纪初以及20—30年代,在西藏作过一些路线考察,提供了一些地貌资料。我国学者解放前到过西藏考察者更少,徐近之于30年代曾入藏考察了纳木错等地方,提供了一些地理和地貌资料。西藏解放以后,党和政府于1951—1953年间组织了西藏科学考察队;1958—1961年、1966—1968年中国科学院又两次组织了西藏综合科学考察队;这中间,国家还组织了1959—1960年的珠穆朗玛峰登山科学考察、1964年的希夏邦马峰登山科学考察。通过考察,科研人员主要在藏南及喜马拉雅山相应的两个高峰地区取得了丰富的资料。除此之外,有关地质、测绘、交通、水电部门结合生产任务也作了一些地貌工作。其中,特别是测绘和地质部门所绘制的各类不同比例尺的地形图和地质图等工作,为我们地貌研究的顺利进行创造了重要条件。徐近之于50年代编著了《青藏自然地理资料》以及毗邻地区的有关资料目录,为我们地貌研究提供了很好的线索。但是,总的看来,就西藏120多万平方公里的土地而言,以藏南和喜马拉雅山中段地区研究较多而详细,资料较丰富。而广大的藏北地区、阿里地区工作做得很少,许多地方尚属空白。1973—1976年,中国科学院第三次组织了空前规模的青藏高原综合科学考察,我们从藏东三江¹⁾平行岭谷区到西部阿里高原,从藏南喜马拉雅山地到藏北高原湖盆区,对西藏进行了较全面的考察(见考察路线图)。近两年来又陆续进行了资料的室内分析整理,并参阅国内外前人的有关研究成果,对西藏地区的地貌问题作了初步的总结。本书对西藏地貌的几个主要方面进行了论述和分析:

(1) 构造地貌方面:青藏高原是地壳断块构造的产物,因此断裂构造对地貌的发育

1) 三江系西藏东部的金沙江、澜沧江和怒江的简称,下同。

有着决定性的意义。文章分析了区内主要断裂构造,对断裂构造所控制的地貌类型的特征和地域分布组合规律进行了论述和分析。最后,还专门对高原上的火山地貌进行了分类论述,这在构造地貌方面具有特殊的意义,反映了高原新构造运动的强烈性和高原形成的年轻性。

(2) 河流地貌方面:记述了高原上不同性质内外流水系的特征。其中,重点对雅鲁藏布江、阿里地区的外流水系、藏北地区的几条主要内流水系进行了首次的、较全面的分析论述。同时,还对高原河流发育的因素、成因和发育历史等方面进行了区域的对比研究。

(3) 冰川和冰缘地貌方面:简要阐述了高原现代冰川发育的基本特征。分区论述了高原上的古冰川作用遗迹,归纳高原不同古冰川作用的地貌类型,重建高原古冰川发育的类型、规模和性质。并对高原现代冰缘地貌类型和古冰缘地貌遗迹进行了论述和分析。

(4) 湖泊地貌方面:较全面地探讨了高原湖泊的成因类型,按成因类型对高原上一些主要湖泊的地貌作了论述,并对湖泊的发育演变过程作了分析。

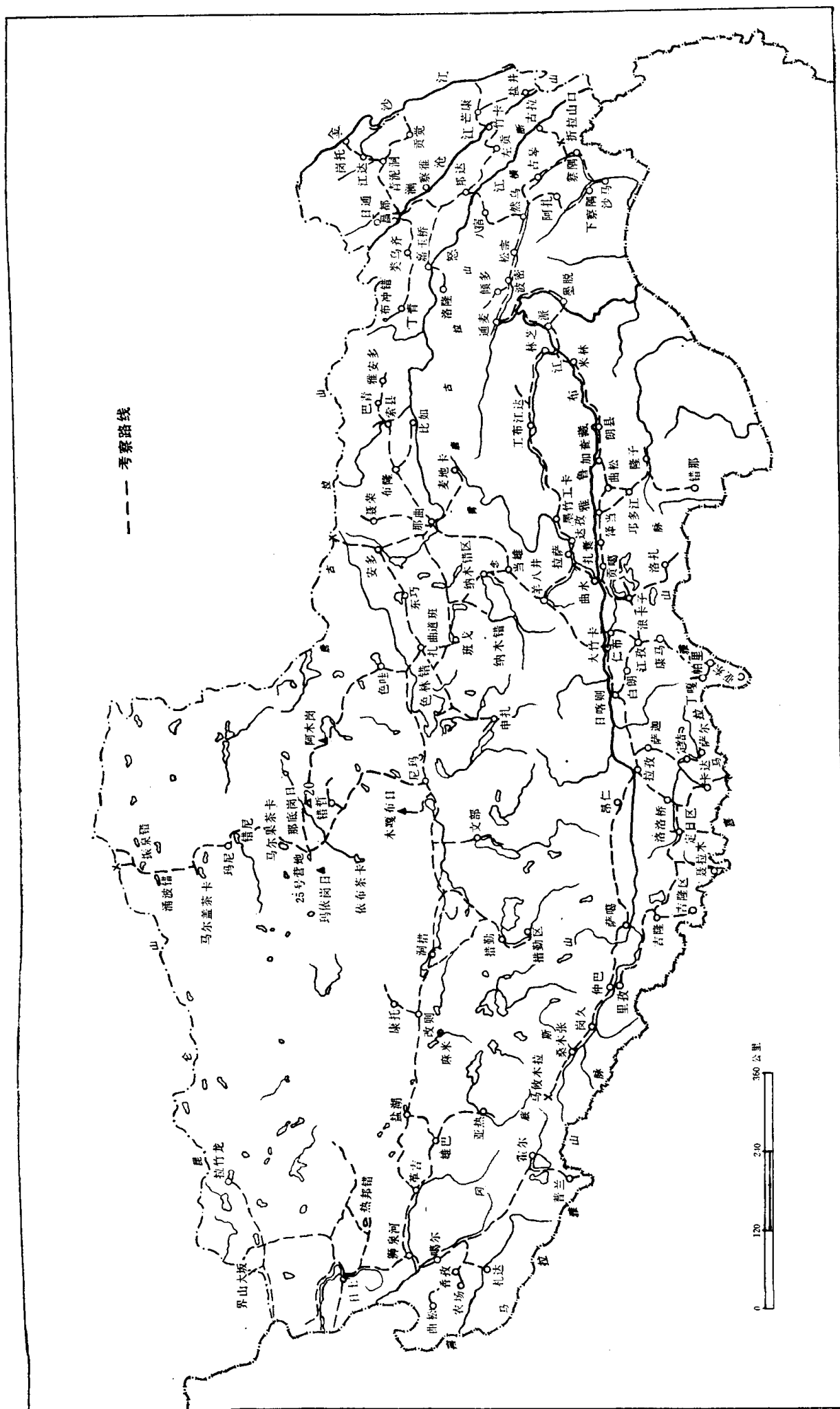
(5) 岩溶地貌方面:阐述了高原各地岩溶地貌的分布特征和类型特征,并对它们的发育特征和若干特点(成层性和地带性)进行了探讨。

(6) 高原地貌发育的几个问题:夷平面、水系发育和高原地貌发育历史都是高原形成过程中需要探讨的重要理论问题。对夷平面的形成和特征分析,可了解到地质时期古地貌的发育过程;而水系的发育和演变最敏感的反映了高原形成过程中内外营力的作用过程;对地貌发育历史的分析,可系统的了解高原在上新世末期以来强烈隆升过程中现代高原地貌的形成和演变。

(7) 地貌类型与地貌区划:通过制图形式将高原主要地貌类型反映到一定比例尺的地形图上,并按成因和形态原则划分了地貌区。

本书分别由杨逸畴、李炳元、尹泽生、张青松、王富葆、景可、陈志明执笔,最后由杨逸畴、李炳元汇总定稿。此外,周忠民和张立仁分别参加了1974年和1976年的地貌野外考察。初稿完成后,蒙施雅风、任美铎、杨怀仁、周廷儒、王乃樑、罗来兴、王明业、祁延年、韩慕康、杨留发、邢嘉明、叶青超、尤联元、林钧枢、张耀光等分别审阅了有关章节,提供了宝贵的意见。本书承沈玉昌指导并审阅全文。文中图件皆由地理所地图室清绘组清绘。统此一并表示热忱谢意。

由于我们水平有限,考察范围大,工作还很粗糙,书中存在不少缺点和错误,请读者不吝指正。



西藏地貌考察路线图

目 录

《青藏高原科学考察丛书》序	i
前言	vii
第一章 地貌概况	1
第一节 地貌的基本形态结构	1
第二节 现代地貌作用的外营力分析	3
第二章 构造地貌	7
第一节 概述	7
第二节 断裂构造地貌	10
第三节 火山地貌	21
第四节 其它类型的构造地貌	24
第五节 关于青藏高原形成原因的讨论	27
第三章 河流地貌	30
第一节 西藏水系基本特征	30
第二节 雅鲁藏布江	33
第三节 朋曲	75
第四节 金沙江、澜沧江、怒江	79
第五节 察隅曲	98
第六节 阿里外流河	105
第七节 藏北内流河	115
第四章 冰川与冰缘地貌	126
第一节 现代冰川分布及其特征简述	126
第二节 古冰川地貌	129
第三节 冰缘地貌	145
第五章 岩溶地貌	155
第一节 高原岩溶分布概况	155
第二节 不同地区岩溶地貌分述	155
第三节 高原岩溶地貌发育的几个问题	162
第六章 湖泊地貌	166
第一节 概述	166
第二节 湖泊的成因类型及主要湖泊地貌特征	166
第三节 高原湖泊发育问题	191
第七章 高原地貌发育的几个问题	200
第一节 关于高原夷平面问题	200
第二节 高原水系发育问题	212
第三节 高原地貌发育历史探讨	224
第八章 西藏地貌类型与地貌区划	230
第一节 西藏地貌分类与地貌图的编制	230
第二节 西藏地貌区划	235
附图：西藏自治区地貌图(1:250 万)	

THE SERIES OF THE SCIENTIFIC EXPEDITION TO THE
QINGHAI-XIZANG PLATEAU

GEOMORPHOLOGY OF XIZANG (TIBET)

CONTENTS

"The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau" Preface.....	i
Introduction	vii
Chapter 1 The Survey of Geomorphology	1
1.1 Basic Morphological Structure	1
1.2 An Analysis of Modern Exogenic Morphological Agents	3
Chapter 2 Structural Geomorphology	7
2.1 General Remarks	7
2.2 Fault Geomorphology	10
2.3 Volcanic Geomorphology	21
2.4 Other Patterns of Structural Geomorphology	24
2.5 A Discussion on the Uplift of the Qinghai-Xizang Plateau	27
Chapter 3 Fluvial Geomorphology	30
3.1 Basic Characteristics of Plateau Drainage	30
3.2 Yarlung Zangbo River	33
3.3 Peng Qu River	75
3.4 Jinsha River, Lancang River and Nujiang River	79
3.5 Chayu River	98
3.6 Exterior Drainage of Ari Region	105
3.7 Interior Drainage of Northern Xizang	115
Chapter 4 Glacial and Periglacial Morphology	126
4.1 The Distribution and Feature of Modern Glaciers	126
4.2 Paleoglacial Landforms	129
4.3 Periglacial Landforms	145
Chapter 5 Karst	155
5.1 Distribution of Karst in the Xizang	155
5.2 Description of Karst in Different Regions	155
5.3 Some Questions on Development of Plateau Karst	162
Chapter 6 Lake Geomorphology	166
6.1 General Aspects	166
6.2 Types of Lakes and Their Main Morphological Characteristics.	166
6.3 The Evolution of the Plateau Lakes	191
Chapter 7 Some Questions on Development of Geomorphology of Xizang Plateau	200
7.1 On the Plateau Peneplain	200
7.2 On the Development of the Plateau Drainage	212
7.3 A Discussion on the Development of Plateau Geomorphology	224
Chapter 8 The Types and Districts of Landforms in Xizang	230
8.1 Classification of Landforms and Geomorphological Mapping of Xizang Plateau	230
8.2 Geomorphological Districts of Xizang	235
Appendix: The Geomorphological Map of Xizang (1:2500000)	

• v •

第一章 地貌概况

第一节 地貌的基本形态结构

青藏地区的平均海拔在 4500 米以上,构成我国地势上最高的一级台阶,被人们称为“世界的屋脊”。它的北、东、南三方面的前沿阶坎分别以 4000 米、3000 米和 6000 米的高差急骤下降到盆地和平原,衬托出这块地面的巍然屹立、气势磅礴的雄伟气魄。这是世界上最年轻、最高亢的一个独具特色的高原地貌单元。

作为青藏高原主体部分的西藏地区,它的宏观地貌格局是有辽阔的高原面、高耸的山脉、棋布的湖盆、众多的内外流水系等大的地貌单元在平面上的排列和组合。就其地质背景来说,它经历过地质历史上的多次构造变动,直到经过侏罗——白垩纪的燕山运动才奠定了地貌的基础。进入第四纪以来,在地壳水平运动的驱使下,经历强烈的垂向断块运动才造就了高原的现代地貌。现代高原整个地势是由西北向东南倾斜,地理上它南北纵跨八个纬度,纬度的水平地带性所影响的水热状况,一定程度的影响着地貌的发育;而高原的巨大高度所带来的垂直地带差异,往往掩盖了水平方向上水热分布的差异,使高原地貌具有它自身的独特性。特别在高原东南和南部边缘阶坎部位,垂直地带性的表现更为明显。高原地貌的发育就是带着历史地质时期构造运动的深刻烙印和新构造运动的决定性影响,水平方向和垂直方向不同水热状况外营力的交错作用,使得高原地貌形态多样、类型复杂。它们的不同形态和复杂的类型组合,提供了高寒地区地貌研究的理想场所。

西藏地区的地面是以辽阔的高原面作为基础的,它大致随着总的地势由西北向东南倾斜,海拔从平均 5000 米以上渐次递降到 4000 米左右。这高原面是以低山、丘陵和宽谷盆地的共同组合体,前者大致以不同时代、不同形态和不同高程的两级地形面(夷平面)存在;后者主要是第四纪的堆积面。它们在形成过程中,受到后期内力或外营力的改造而有不同程度的变形。

在高原面之上,纵横延展着许多高耸的巨大山系,它们构成了高原地貌的骨架。这些巨大的山系许多都属于地球上著名的雄伟山脉。它们的分布受到区域构造的控制而具有明显的方向性,其中以近东西向和南北向的两组为主。近东西向的山系从南而北有喜马拉雅山(照片 1)、冈底斯山(照片 2)—念青唐古拉山、喀喇昆仑山(照片 3)—唐古拉山、昆仑山(照片 4)等。东西向的唐古拉山和念青唐古拉山脉的往东延伸发生转折变向,形成了藏东南近于南北向排列的横断山脉,从东向西分别有宁静山脉、他念他翁山脉和伯舒拉岭。在这些平行排列的南北向山脉之间,分别挟持着金沙江、澜沧江和怒江的深切峡谷,构成世界上有名的平行岭谷地貌。此外,在东西向和南北向山脉之间,还有许多次一级的北西向或北东向山脉存在,较重要的有阿里地区的昂龙岗日、阿伊拉日居(照片 5);藏南的拉轨岗日等,它们也都是些长达几百公里的高山大岭。

以高原上那些巨大的山岭为中心,古冰川作用遗迹广泛分布,现代冰川亦十分发育,

它们给宏伟的山原地貌增添无限瑰丽的景色。一般看来,第四纪古冰川的发育在不同地区至少有 3—4 次的作用时期。古冰川作用的遗迹以高原上的高山为中心向外围作带状产出。古冰川作用的面积要比现代冰川大得多。高原现代冰川的发育已退缩到那些巨大山系的岭脊和谷地源头,它的发育类型和分布特点反映了现代高原气候的状况。在藏东南地区的高山上,发育的是我国少见的海洋型暖性冰川;广大高原其它地区普遍发育的是大陆型冷性冰川;而在喜马拉雅山中段南坡则可能是属于两者之间的过渡类型冰川。冰川的融水是长江、黄河、雅鲁藏布江、怒河、澜沧江、印度河等主要大河的补给源泉。

在高原面中间,镶嵌着众多的盆地,不少盆地中点缀着星罗棋布的湖泊,湖泊尤多集中于藏北高原面上。高原湖泊有内陆和外流之分,绝大部分大中型内陆湖泊以构造成因为主,少部分为冰川、泥石流、崩塌等堰塞成因的湖泊。内陆湖和外流湖在历史上是互相变迁的。随着高原内部气候的逐渐向干寒方向发展,高原内流区是扩展的。近代湖泊大多数都处在退缩阶段中。

在高原面以下,交织着不同性质的内外流水系,内流水系大都蜿蜒在高原的宽谷中,以藏北高原为主,并往往以一些湖盆为中心发育了向心状的水系。它们绝大部分还是时令河,宽阔的谷地和细小、弯曲分汊的水流很不适称。与此截然不同,在高原的东、南、西外围地区,则发育了与构造密切相关的一些巨大的南北向和东西向外流水系,它们除上游段具有高原面上的宽谷特征外,其中下游段河谷均深深的刻切在高原面以下,以宽狭相间的谷形为主,急流奔泻,蕴藏着丰富的水力资源,中游宽阔的河谷地区,还是西藏主要的工农业发展场所。

无论在高原面或是那些巨大的山系、众多的湖泊或纵横的河谷中,除上述地貌类型外,还有岩溶、风沙、火山和冰缘现象等多种奇特的地貌类型。凡是高原上有石灰岩出露的山地,几乎都有岩溶地貌的出现;在高原上一些宽谷或盆地中,有不少风沙堆积地貌类型有规律的发育分布;在藏北昆仑山一带有近代的火山喷发和熔岩流的堆积;以藏北高原为主的多年冻土地区以及现代冰川为中心的那些季节性冻土发育地区,又发育着类型众多的冰缘地貌现象。它们的存在对高原的交通、工程和居民点建设都有重大影响。

必须指出,高原由于它的巨大海拔高度以及边缘地带深切切割的相对高差,还产生着地貌上明显的垂直地带性。垂直方向上不同高程地带有不同成因的地貌类型及其组合,它们在各自所处的水平自然带谱内又向上或向下呈现出不同高程的、不同成因类型的地貌组合。最明显的莫过于藏南喜马拉雅山南坡和藏东三江平行岭谷区,那里有着地貌上最完整的、多带谱的垂直地带性。大致在海拔 4800 米以上的地区,现代冰雪地貌占绝对优势;在海拔 3800—4200 米以上的地区,冻土现象和冰缘地貌占优势;而在森林上线(海拔 3800—4200 米)以下,则流水的侵蚀和堆积地貌越来越占主要地位,并伴随着重力和泥石流等各种物理地貌作用广泛发育。在广大高原内部,除寒冻风化作用普遍强烈、冻土地地区表现为多类型的冰缘地貌外,湖盆地貌亦占很大比重,冰雪作用地貌类型仍然发育在高原面以上那些高寒的山岭上,甚至在垂直高差明显的不同山岭地貌部位,所发育的冰缘地貌从寒冻风化-重力类型到融冻变形、融冻分选等分带类型也是各不相同的。

西藏地区地貌形态千姿百态,把高原千里山河装点得分外妖娆。它独特多样的地貌类型,相互有机地组合在一起,最直观而形象地反映了高原的发育历史,记载着高原万代春秋的沧桑巨变,提供了丰富多彩的自然资源和独特多样的自然条件。

第二节 现代地貌作用的外营力分析

在西藏地区独特而复杂的自然环境中,塑造地貌的各种外营力无论在历史上或现在情况下,都随着自然地理条件在水平方向和垂直方向上的变化,它们的主要活动方式也相应出现各种变化。但是必须指出,青藏高原自上新世末以来的强烈上升是决定高原地貌的主导因素。不考虑到高原强烈上升的性质和特点,高原地貌的任何现象都不能合理解释。根据高原许多独特的地貌现象,可以知道随着高原不同阶段的隆升,塑造高原地貌的外营力在地域的水平或垂直方向上曾发生了巨大的变异,大部分反映古外营力作用的地貌形态受到彻底的改造,当今高原的主要地貌类型及其分布是完全反映了现代外营力的分布和作用特点的。仅有某些反映古外营力作用的地貌形态残遗到今天,如古岩溶、古冰缘、古夷平面等。与此同时,随着高原上升到现今这样巨大高度所塑造的垂直方向上的变化往往被突出来了,而水平方向上的变化往往被掩盖。因此,在地貌发育上,不同时代形成的地貌互相穿插,水平地带性被调和,垂直地带性鲜明,从而使高原地貌的研究显得十分复杂。

在种种自然地理条件中,以水热状况为基本前提的地貌作用外营力,叠加在内营力所形成的地质构造的基础上,产生了各种各样的地貌类型,并且以不同的方式展布在不同地域上。大致可以这样说,亚洲海陆的基本轮廓在第四纪中变化是不大的。印度洋靠近青藏高原的格局使它成为高原水汽的主要供给来源,加上纬度地带性的因素,共同构成了高原地貌水平地带性分异的基础。另外,高原在第四纪中、晚期强烈上升所达到的巨大高度,以绵延数千公里的喜马拉雅山为主的强烈上升山脉,它所造成的地形对气候上的屏障作用,明显的影响到水热条件的再分配,这对地貌作用外营力的再分配也是十分重要的因素。关于作为地貌作用外营力基础的水热状况的地域分异情况,兹列表如下(表 1-1)。

从表 1-1 所列水热条件分布情况,就整个高原来看,水平方向上显然由东南向西北,由高原边缘深入到高原内部,温度和降水都在逐渐地下降,由东南部的年均温 $10-18^{\circ}\text{C}$ 、年降水量在 $1000-4000$ 毫米的暖热湿润地区,经温暖湿润、半湿润、半干旱、寒冷半干旱到年均温只有 -3°C 、年降水量只有 $10-100$ 毫米的寒冻干旱地区;景观上由森林经草原变为高寒荒漠;地貌作用的外营力由强烈的流水作用越来越微弱而代之以冰缘气候的寒冻剥蚀作用为主。而所有地区的高山上则普遍有冰雪作用。反映在雪线的变化上也由东南向西北,由平均海拔 4500 米升到 6200 米左右,等等。总之,地貌作用的外营力和气候的水热条件相依从的规律大致是清楚的。在这总规律作用下,主要是垂直地带性的分异以及地形、水热状况的一些具体特点又破坏或复杂了这些水平地带性的规律。

高原地貌的垂直地带性规律显然以藏东南及藏南地区那些受到深切割的山地最明显,带谱齐全。从上而下大致可以分为冰川冰缘带、流水侵蚀带和山麓堆积带。冰川冰缘带主要出现于山体上部高山极高山的范围,这里现代冰雪作用正在进行,古冰川作用遗迹遍布,寒冻风化作用强烈,冰缘现象发育;山体中部流水侵蚀带,坡度陡峻、河谷深切,地面切割深度和密度很大,水力资源蕴藏丰富。山麓堆积带则是山地各类沉积物(冲积、洪积、崩积、泥石流的)汇集的场所,堆积地貌类型占优势。

还必须强调地形的屏障作用或引导作用对外营力在水平和垂直方向上产生分异的影

表 1-1 高原水热状况一览表*

自然地带	地区	海拔范围 (米)	年平均气温 (°C)	最暖月均温 (°C)	年平均降水量 (毫米)	地貌作用外营力特征
暖热湿润	喜马拉雅山南翼	<2500—1000	18—10	18—25	4000—1000	流水侵蚀作用强烈,深切峡谷发育
温暖、亚湿润、湿润	藏东横断山脉中、北段;林芝波密一带	2500—4000	10—1.0	18—12	1000—500	流水侵蚀作用强烈下切,高山峡谷地貌,山岭古冰川作用明显
温暖半干旱	藏南喜马拉雅山北翼,雅鲁藏布江中游流域	4500—3500	8—0	16—10	500—200	高山周围古冰川作用明显,谷地流水及洪积作用较强烈,有少量风沙作用
寒冷、亚湿润	那曲东部	4100—4000	1—-4	10—6	700—400	谷地有流水作用,广大地面为冰缘寒冻风化,有岛状冻土存在
寒冷、半干旱	藏北高原(冈底斯—念青唐古拉山以北)	4800—4500	-3—0	10—6	300—100	冰缘寒冻风化作用为主,高山有冰雪作用,湖泊星罗棋布,湖泊作用普遍
温凉干旱	阿里西部(喀喇昆仑山、冈底斯山、喜马拉雅山及其间的印度河上游宽谷与班公湖盆地)	4500—3700	4—-1	10—14	150—50	谷地有流水及洪积作用,广大地面干旱剥蚀作用为主,有少量风沙作用
寒冻、干旱	昆仑山(昆仑山脉中西段南翼及其南支可可西里山一带)	5100—4800	-5—-3	4—6	100—20	寒冻风化作用为主,山头为冰雪作用,有连续多年冻土存在

* 据郑度等,试论青藏高原的自然地带,地理学报,第34卷,1期,1979。

响作用。前者指喜马拉雅山为首的山地对气候的屏障作用；后者指藏东三江平行岭谷对气流的引导作用。从高原降水的分布特征（表 1-2）可以看出，在降水的分配季节上，每年雨季首先从东南部的察隅、波密一带开始，3 月即有大量的雨雪，一直延续到 9 月底和 10 月初。由此向西雨季开始的日期逐渐推迟，而雨季结束的时间却提早，在西部的阿里地区雨季实际只有 7、8 两个月。这些都表明由于喜马拉雅山在气候上的屏障作用，印度洋水汽主要通过雅鲁藏布江及三江河谷进入高原并逐渐向西输送而减少的过程。

表 1-2 西藏主要地点降雨对比表

气象站	年雨量 (毫米)	春(4—5月) %	夏(6—9月) %	秋(10—11月) %	冬(12—3月) %	资料年代
察 隅	798.1	26.45	47.37	7.7	18.48	1966—1975
波 密	849.7	24.17	53.47	10.46	11.90	1967—1975
日 喀 则	433.8	2.7	95.75	1.3	0.25	1956—1975
噶 尔	68.9	3.7	83.9	3.7	8.7	1961—1975

春末夏初，孟加拉湾低压或印度洋平均槽的建立，将暖海洋面的水汽源源向最靠近印度洋的西藏东南部输送，在输送过程中，西藏东南部的雅鲁藏布江下游等南北向河谷往往成为孟加拉湾湿润气流的天然通道，于是在波密、易贡一带形成一个舌状的多雨地带，面临这种形势，自然会在西藏东南部这个多雨区出现以流水为主的外营力的强烈作用。随着高原的强烈抬升，流水的强烈切割，必然形成高山深谷的地貌形态。而丰富的降水补给和高山上部的低温与深切割地形的配合，在这里发育了我国所罕有的海洋性山谷冰川类型，并构成为高原上现代冰川发育的一个巨大中心。雅鲁藏布江下游及三江谷地作为气流的通道、引导孟加拉湾暖湿云团及其它季风云团在这里停留和加强，促进了这里冰雪作用和流水作用的营力。同时，如前所述，高原南缘喜马拉雅山的巨大屏障作用，很大程度上阻碍了暖湿气流的向北运行，于是在喜马拉雅山南坡形成十分巨大而明显的垂直自然带。截然不同的喜马拉雅山北坡以及被喜马拉雅山、冈底斯山、念青唐古拉山脉等层层叠叠阻挡的广大高原内陆地区，地形的屏障作用造成了山地北坡一定范围内的雨影区，广大高原内陆变得普遍干旱，雪线在这里迅速升高最明显地反映了这个事实。而且愈向西北愈伸入高原内部，干湿季愈益分明，稀少的降水、巨大的高度所造成的长期低温，使这里的山岭发育的是大陆性冰川。比较例外的是高原西北部的西昆仑山和西喀喇昆仑山，它们靠着高峻的山势而能截获大量的西风降水，从而发育起众多较大规模的大陆性山谷冰川，成为青藏高原上现代冰川发育的另一个巨大中心。必须看到，冰雪作用的营力只是在那些高耸的山岭上起到作用，广大高原内部的地面主要还是处于干燥低温的条件下，寒冻风化和融冻泥流作用成了塑造地形的最主要外营力，相对的流水作用变得十分微弱，坡面的剥蚀过程在强烈进行，地面日趋和缓，原始高原的地面得到比较完整的保存。在藏北高原的多年冻土区地面，发育了各种类型规模较大的冰缘地貌现象。此外，随着高原在隆升过程中所造成的众多构造湖泊，形成以湖泊为中心的内流水系，它们以自己的水体侵蚀和堆积，塑造着自己独特的地貌类型，成为高原现代地貌作用外营力中不可忽视的一个方面。

如所周知，高原作为一个高亢巨大的地块，它本身是一个巨大的热源体，因此它作为地貌作用外营力的水热条件，比起同纬度的其它地区而言，就有很大的差异。主要是高原明显的增温作用。根据和同纬度不同地区相同海拔换算的结果，高原的气温要高得多，这

就是反映为什么高原上的森林上限要比同纬度其它地区高得多的缘故。这在现代地貌发育中亦是不能不考虑进去的因素。最明显的是高原在夏季作为一个强大的热源而使上空形成暖高压，诱发和维持印度季风；而高原本身屹立在大气层中占到整个对流层厚度的1/3的事实，又使高原及其周围的大气环流独具特点，在冬季就使得西伯利亚冷高压得以加强和北移到现在的地位，这就强化和维持了东亚的季风环流。这些特征支配着高原的气候状况。每到冬春旱季，高原上空为强盛的西风急流所控制，少雨、干燥多风为其特征，因此在一些巨大的东西向谷地或盆地中，风的营力和地形的配合，加上就地有大量细颗粒物质的供给，又在高原上塑造出不少风沙堆积的地貌。

高原上一些石灰岩山岭上，有不少以残余峰林和溶洞为主的岩溶地貌；一些非冻土区第四纪沉积层中发现有不少埋藏的冰缘现象等，它们的出现与现代高原水热自然条件不相适称，这是一种反映古气候营力作用的残遗地貌。西藏地区地貌类型的出现和组合，就是反映了上述外营力分配所塑造出的种种形态表现，它们既有明显的地域差异，又有相互叠置的复杂性。