

青藏公路(崑崙山至唐古拉山段)地貌特征的初步观察*

杜 榕 桓

(中国科学院地理研究所冰川冻土研究室)

青藏大高原是世界上面积最大、海拔最高的地区,平均海拔高度均在4,500米以上,也是地球上最年青、最宏伟的隆升地带。青藏公路北起青海噶尔木,横跨大高原,南抵西藏拉萨,全长约1,200公里。该线崑崙山至唐古拉山段,地处高原腹部,在其特有的海拔、气候和其它地质地理因素的综合作用下,形成了独具特色的自然景观。这里老构造复杂,新构造强烈,多年冻土广泛分布,现代冰川较为发育;而在大陆性严寒气候条件下所形成的冻结-融化作用对地貌的塑造过程,也有别于其它地区;尤其是现代冰缘现象,遍布全区,丰富多彩,变化多端,为同纬度其它地区所罕见。因此,查明高原地貌的形成条件、成因类型、现代地貌过程(特别是融冻作用对地表的塑造过程),不但对高原的开发和建设具有实际意义,而且,在地貌学上也具有丰富的研究内容。

笔者于1960—1961年参加本区考察,本文就崑崙山至唐古拉山段沿线区域地貌特征作一简介,借以引起有关学者对此大高原有所了解和兴趣。有关冰缘地貌等问题,拟另文介绍。不足和错误之处,请予指正。

一、地质基础与地貌轮廓

调查区北起西大滩,南至安多买马(图1),长达600多公里,平均海拔在4700米以上。崑崙山和唐古拉山屹立于调查区的北部和南部边缘,山体高达6000—6500米。两山之间,为长江河源高原所占据,原面保持在4600—4780米的海拔高度上,其上散布着几条相对高度不超过500米的東西向綫状山地,如霍霍西里、风火山和开心岭等;长江源头通天河的几条支流,如楚瑪尔河、北麓河、沱沱河和得列楚卡河等,在上述山地之间,自西向东流,形成了波状起伏的高原面。

本区地貌轮廓与地质构造明显相适应:构造隆起部分,即地垒、背斜轴部或断层仰侧,往往形成山地丘陵,如崑崙山、风火山、开心岭及唐古拉山等;构造陷落部分,即地堑、向斜轴部或断层俯侧,则表现为低地或盆地,如西大滩谷地、二道沟谷地和拜渡河谷地等。崑崙山与唐古拉山之间的高原,主要受地台构造的控制。

在地质构造上,本区跨越两个大地构造单元:崑崙山褶皱带和西藏台块^[1]。

崑崙山褶皱带由古生代变质岩系组成,酸性火成岩亦有广泛分布。褶皱断裂复杂,构造活动频繁,构成崑崙山高山纵谷地貌的基础。基岩裂隙发育,第四纪以冰水堆积、洪积

* 本文蒙施雅风、楼桐茂、高由禧、王德基先生、李吉均、谢自楚、周幼吾同志提出宝贵意见,张恒同志清繪附图,统志于此,表示谢忱。

最发育,此外还有残积、坡积、湖相沉积和风积物等。崑崙山以南地区,属西藏台块范围,由古生代凹陷(石炭—二迭纪)和中生代凹陷所组成,包括一系列相间隔的背向斜构造带,如藏北台向斜带、唐古拉台背斜带和藏南台向斜带。前两带属调查区范围。藏北台向斜



图1 考察区范围和路线略图

以大型缓和褶曲为主,由砂页岩、灰岩和砂砾岩组成,构造简单,岩层舒展,构成高原地貌的基础。唐古拉台背斜,由砂页岩和石灰岩互层组成,轴部为大幅度的拱形隆起,形成大唐古拉山,山高峻,冰雪常存。台背斜北翼形成小唐古拉山,南翼形成安多买马山,山势低矮缓和,仅有季节性积雪。

众所周知,青藏高原是世界上最强烈的隆起地区。第三纪时期,作为新构造运动先驱的喜马拉雅运动波及本区,初步奠定了高原骨架,使原与海平面大致等高的青藏高原面不断抬升,至第四纪初(更新世),高原地貌轮廓更显清晰。第四纪以来,高原面以更快的速度上升, B. M. 西尼村认为西藏高原总体上升量达 4500—6000 米^[2,3]。根据 H. 戴特拉(de Terra)和 E. 那琳(Norin)等的意见,西崑崙山仅从第四纪末次冰期以后,就上升了 1300—1500 米^[4]。调查区的海拔高度,在一定程度上反映了新构造运动的隆起量。

由于老构造与新构造的差异,对地貌的影响也不同:崑崙山区是由几列近似平行的高山和纵谷所组成的伟大隆升地带,上升急剧,断裂挠曲强烈,差异运动显著,反映在地貌上,雄伟的高山、深切的峡谷、纵长的谷地和陷落盆地紧凑在一起。沿河地带,阶地层层发育,山麓地带,洪积扇成群分布,第四纪湖相沉积层发生强烈褶皱和错动(照片 1,2)。凡此种种迹象,足以表明崑崙山区的新构造运动具有普遍性、急剧性和多样性的特点。河源高原区,起伏和缓,断裂挠曲活动相对减弱,新构造运动属简单的、差异运动微弱的大面积隆起地区。唐古拉山在地质构造与地貌形态上虽与河源高原区有所差异,但因其同受西藏台块构造的控制,故自第四纪以来,两区所经历的地壳运动,就其性质和表现形式而言,基本上是一致的。

二、外营力条件在地貌形成中的作用

外营力对本区现代地貌景观的形成和地貌形态的塑造(特别是由融冻作用而形成的新地貌形态),具有决定性作用。在高原地区的各种外营力中,以寒冻风化和融冻剥蚀作用对地貌的影响最广泛、最深刻,其它外营力均退居次要地位。

调查区位于青藏高原的腹部,地势高耸,两侧高山对峙,地貌呈半封闭状态,远离海洋,具有严寒而干燥的大陆性气候,但因海拔特高和纬度较低,又使其大陆性有所缓和。总观全区气候的特色是:(1)气温低,冻结期长,年平均气温多在 -5°C 以下,全年冻结期长达 8 个月;(2)全区气温年较差小于其它冰川冻土地区,仅 $22-25^{\circ}\text{C}$,这与海拔高、纬度低有关;(3)全区年降水量约 200—300 毫米,多为固态,且集中于夏季;(4)全年盛行西风,

风烈而干寒,加速地面蒸发。

在上述海拔、气候和其它地质地理因素的影响下,形成了特殊的高原自然综合体——寒冻荒漠景观:5000米以上的高山,发育有规模不大的现代冰川;冰川以下的高原山丘,为多年冻土所复盖,这里的多年冻土层具有分布广、厚度大、连续成片的特点;季节融化层深1—4米,下与多年冻土层相互衔接^[5]。与冻土相伴生的一系列特殊外营力,即冻结-融化作用,对现阶段高原地表的塑造极为强烈,是形成现代冰缘地貌的主导动力。

根据苏联冰缘地貌学家 A. И. 波波夫(Попов, 1958)的见解,融冻作用是指在特定气候条件下,由土壤及岩石中水分的冻结-融化以及在负温条件下温度和湿度变化的影响所产生的机械应力而引起的一系列水分迁移、冰的凝结和消融、土壤的变形和位移、沉积物的改造等过程及其相伴生的一系列地貌现象^[6]。

通过实地考察可知,随着海拔、岩性、地貌和植被等条件的变化,融冻作用的强度及其所产生的冰缘形态也不尽同,可概括为以下几种:寒冻风化——指高山裸露岩石的物理机械崩解,形成石海、石河、倒石锥等(照片3)。融冻剥蚀——指山坡土层在冻结与融化过程反复作用下的破裂和移动,形成融冻泥石流、融冻滑塌和草皮错动等(照片4)。冻胀作用——指土层水分或地下水冬季冻结,引起土体膨胀,形成冻胀丘,又称冰丘或冰岩盘。凝冰作用——指冬季地下水因压力作用,喷出地表而冻结,形成冰椎。冻裂作用——指由温度梯度的变化而引起的草皮土体的破裂现象,形成寒冻裂缝和斑状土(照片5、6)。热融塌陷——指因地表热量交换条件变化,引起季节融化深度加大,地下冰或永冻层发生局部融化,地表相应发生局部沉陷,形成热融凹地、湖沼等(照片7)。雪蚀作用——指因雪的积累和消融过程对地表的分解与破坏,形成雪蚀凹地和亚粘土层。其中以融冻剥蚀作用的波及范围最广,活动时间最长,破坏强度最大,正在夷平山丘而堵塞低地(盆地),使高原起伏趋向和缓。

本区其它外营力,因受上述气候条件的影响,对地表的塑造已大为削弱,但仍不可忽视,由于它们的参与,往往加剧或减弱各种融冻作用对地表的破坏过程。简述如下:

流水作用:山区,大气降水和冰雪融水均较丰沛,且集中于夏季,加之山区上升强烈,地面坡度大,从而加速了水的侵蚀和搬运过程,流水对地表的刻蚀痕迹十分清晰。高原区,地形坦荡,降水少,蒸发强,径流缺乏,地表长期处于封冻状态,流水时间短暂,侵蚀痕迹难以察觉。尤其是多年冻土层的连续分布,坚如岩石,把流水限制在季节融化层内活动,下切力减弱,侧(旁)蚀力加强,使河床不断展宽。加之冬季河床上冰椎丛生,堵塞河道,迫使河水偏流,更加大了河水的侧蚀强度和幅度。本区河流都有河谷开敞、河床宽浅、河水漫流多支、曲流发达、侧蚀活跃等特点,显然与此有关(照片8)。

生物作用:区内多草本植物,稀疏矮小,对地表的保护作用不大,又因鼠类活动频繁,洞穴密集,凡此都加速了地表的破坏过程。

风力作用:北部明显,南部微弱,并具有季节性,与风力有关的地貌现象有粗砾地面(类似西北地区的戈壁)、黄土状堆积、砂丘和风蚀凹地等。

人为活动:公路沿线及工矿地区,因修建道路、矿井和房屋,改变了地表原有结构和温度状况,引起地面物质移动,造成严重的边坡滑塌和地面坍塌。

应当指出,由于纬度、海拔和地貌的差异,导致外营力在水平和垂直方向上的地带性

变化:两山地区,地面高差悬殊,外营力作用及其相伴生的地貌景观,具有明显的垂直分带特征;两山之间的高原,除个别山峯(如风火山)外,地表主要受融冻剥蚀、冻裂作用和流水作用的塑造(图 2A,B,C)。

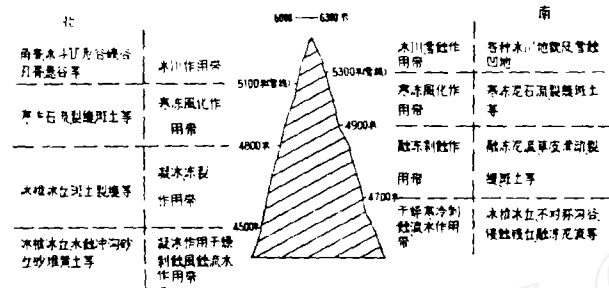


图 2A 崑崙山区外营力与地貌垂直分带示意图

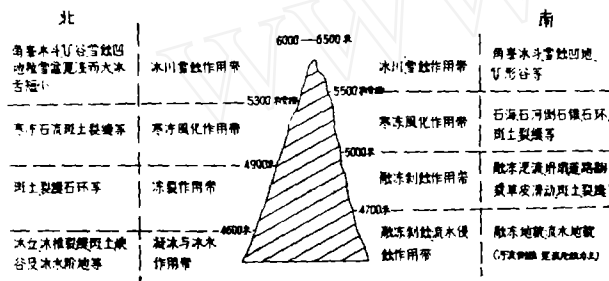


图 2B 唐古拉山区外营力与地貌垂直分带示意图

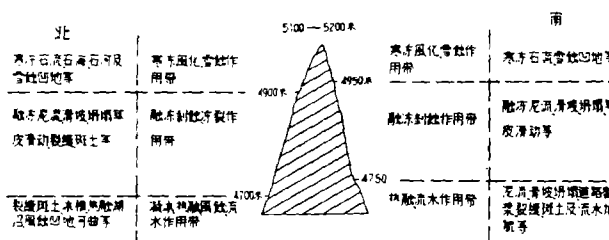


图 2C 风火山山区外营力与地貌垂直分带示意图

综上所述,青藏高原地区的外营力过程及其性质,既不同于极端大陆性的干旱荒漠地区(这里以风力、干燥剥蚀为主,形成风蚀风积和干燥剥蚀地貌);也不同于半干旱的黄土地区(这里水力、风力、重力和人为因素均活跃,形成千沟万壑、支离破碎的黄土地貌);更有别于湿润地区(如华南、西南地区)的地貌特征了。

三、地貌类型及分区特征

根据上述分析,本区地貌轮廓和较大的地貌单元,受地质构造的控制,地貌景观和较小的地貌形态,则由外营力所形成。上述外营力作用和海拔高度是划分地貌类型的主要依据,同时亦考虑了地貌的相对高度和切割程度。因为本区平均海拔高度均在 4700 米以上,尽管不少山地的相对高度不大(500 米左右),但因其盘坐于高原之上,绝对高度十分

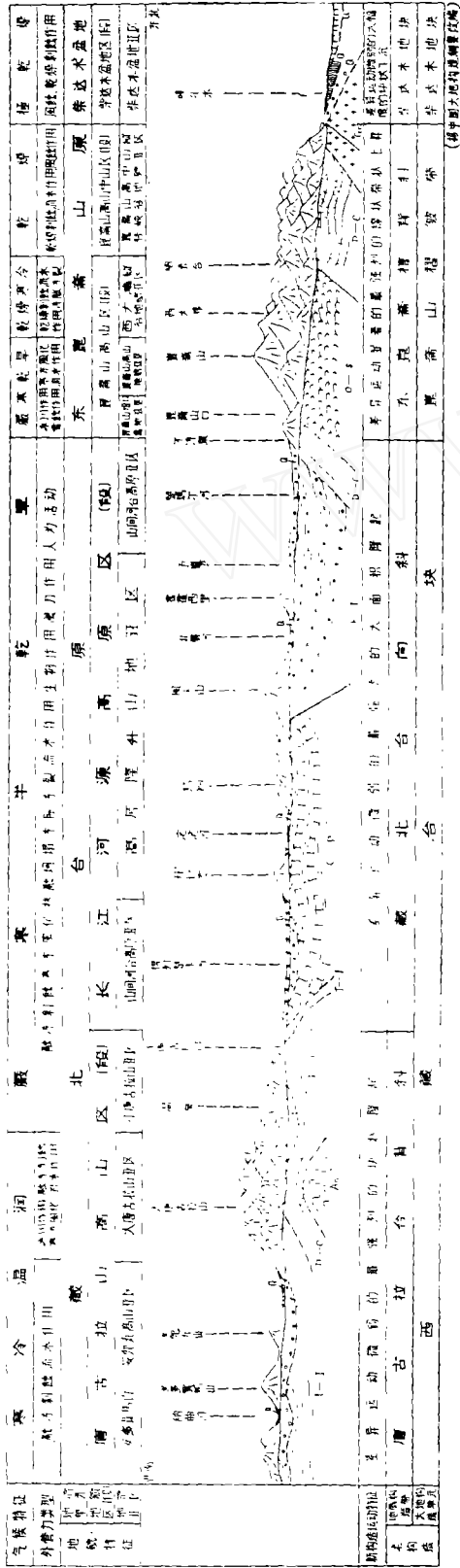


图3 青藏公路崑崙山-唐古拉山地貌分区(段)特征及其与内外营力关系综合示意图
(据“中国大地构造纲要”改编)

Q 第四纪粘土、盐渍土、洪积砂砾；K-E 白垩-第三纪砂、砾岩；T-J 三迭-侏罗纪紫色及绿色砂、页岩夹灰岩；C-P 石炭-二迭纪砂、页岩及灰岩；D-C 泥盆-石炭纪砂、页岩夹火山岩；O-S 奥陶-志留纪绿色片岩、千枚岩夹大理岩及火山岩；AnZ 前震旦纪片麻岩及结晶片岩；Gr 海西早期斑状花岗岩；--- 岩层界线 —— 断层线

可观,故将所有山地均划入高山类型。地貌分区则以大地构造单元、地貌形态、区域性、外营力性质和冰缘形态特征等的差异为依据(图 3)¹⁾。

(一) 剥蚀-构造崑崙山高山地貌区

(寒冻风化、冻胀冻裂作用强烈,冰川与冰缘地貌发育的最大隆起的高山地貌)

崑崙山区位于高原冻土区的北部边缘,为褶皱断块高山纵谷带。山体由古生代奥陶-志留纪板岩、千枚岩、片岩和石英砂岩所组成,花岗岩亦有广泛分布。海拔 4200—6000 米,为调查区相对高差最大的地区。断裂、褶皱和挠曲显著,新构造运动急剧,山地大幅度地上升,不少山峰高出雪线以上,发育有现代冰川。由于地貌、岩性、构造变化大,地表水与地下水循环剧烈,气候极端严寒干燥,致使多年冻土在分布、成分及温度状况方面,均较其它地区复杂,冰缘地貌亦随之发生变化。多年冻土由北而南随高度增加而逐渐发育。由于土层干燥,物质粗大,地下冰不发达,因而融冻冰缘现象均很少见;但因构造裂隙多,季节融化深度大,冻裂冻胀地貌却很发育。总观本区,地面起伏大,地貌结构复杂,剥蚀与堆积显著,地面光秃破碎,呈寒冻荒漠景观。又分三个亚区:

1. 崑崙山高山地貌亚区:包括西大滩南北两侧山地,走向近似东西,南侧山地海拔 5500—6000 米,山体高大雄伟,现代冰川很发育,地貌景观具有明显的垂直分带,雪线高度北坡 5100 米,南坡 5300 米,在此高度以上的山体,全为冰川所复盖,一条条冰舌伸向两侧谷地,冰舌末端海拔北坡 4500 米,南坡 4900 米。冰川以下,山地基岩裸露,为强烈寒冻风化带,发育有石海、石河、岩屑坡和雪蚀地貌。山坡山麓地带,加积作用旺盛,发育有大规模的洪积扇群和冰水平原,但因高山冰雪融水充沛,不少沟谷破山而出,深切其中,扇面和原面均遭分割。其余山地,高度不足 5000 米,寒冻风化和流水侵蚀变得微弱,而融冻剥蚀相对加强,山坡和缓,峰岭浑圆,不少山顶还保存着古冰川作用的遗迹(古冰斗、冰碛物)。地貌类型有:(i)发育有现代冰川和寒冻石流的变质岩高山;(ii)干燥寒冷剥蚀作用强烈的变质岩高山;(iii)干燥寒冷剥蚀作用强烈的花岗岩高山;(iv)为第四纪冰碛物所复盖的变质岩高山;(v)强切割的山前丘陵。

本区海拔高,气温低,冰川冻土发育,寒冻风化作用强烈,基岩剥落严重,山高坡陡,边坡不稳定,地面起伏大,高程障碍多,凡此,都不利于筑路工程。因此,在施工中,应对寒冻崩落和冻裂现象给予足够的重视。

2. 西大滩纵谷地貌亚区:西大滩谷地,由地堑陷落而成,谷地受构造控制呈东西方向延伸,长达 30—40 公里,其东端与东大滩相贯连,茫茫未见尽头,但南北宽度不过 5 公里。谷地为第四纪冰水沉积物所填充,地面光秃粗糙,植被稀疏,景象荒凉而单调。每当夏季,冰水倾注于此,谷地沉积遭受分割,地面微有起伏。本区地势南高北低,西高东低,海拔 4200—4500 米,多年冻土表现为由高而低厚度递减、埋藏变深、以至消失的特点。冰缘现象简单,并具有明显的季节性。冬季,谷地上冰堆林立,冰体皎洁,寒光四射,景色奇特夺目(照片 9)。冰丘、冻裂缝亦在此季节出现。夏季,谷地冰水漫溢,路基桥涵常被冲毁,使交通受阻。在谷地东端还见有砂丘和黄土状堆积物。地貌类型有:(i)由冰水沉积物所

1) 图 3 中的崑崙山高山中山区(段)及柴达木盆地区(段)已超出考察区范围,本文未予阐述,但为了便于了解青藏线全貌,故在图中标出,特此说明。

組成,被現代溝谷所分割的山麓傾斜平原;(ii)由冰水、洪積、沖積砂礫所組成的河漫灘及階地。

西大灘谷地,平坦開闊,砂礫層巨厚,透水性強,凍土埋藏深、厚度小,地表融凍作用微弱,土層相對穩定,工程條件較好,僅有冰椎和冰水沖蝕之患,因此,道路工程以臨近谷地北側修建為宜,同時尚需進行區域排水,在工程南側,設置排水溝或擋水堤壩等。

3. 崑崙山垭口盆地區: 垭口盆地的成因問題, 尚無定論, 從地貌和沉積物厚度分析, 似為陷落盆地。根據盆地內出露的厚達 200 米之湖相沉積層推測(沉積層由粉砂、亞粘土組成, 夾有植物殘骸), 本區原為汪洋大湖, 第四紀冰期來臨, 周圍高山冰川發育, 湖積物被冰積物復蓋, 以後復受流水侵蝕, 始呈今日之破碎地貌。盆地中心海拔 4650 米, 凍土呈連續分布, 厚達 150 多米, 地下冰呈島狀散布, 冰緣地貌以融凍泥流、冰丘、冰椎和不对称溝谷最發育。地貌類型有: (i) 由第四紀湖積層與冰積物組成, 被現代流水所分割的山間盆地; (ii) 由近代洪積-沖積砂礫物所組成的河漫灘和階地。

本區凍土層厚, 季節融化層僅有 1.5—2.5 米, 土層多為細顆粒的亞粘土, 含水量約 10—30%, 溝谷分割強烈, 工程條件較差, 唯沿河階地適于修路和其它小型工程, 但須嚴加注意冰丘和冰椎的危害(圖 4)。

(二) 剝蝕-構造長江源高原地貌區

(為現代大河寬谷所分割, 多年凍土和地下冰遍布, 各種融凍作用強烈, 冰緣地貌發育的最大隆起的高原地貌)

本區介于崑崙山和唐古拉山之間, 海拔 4500—4780 米, 在廣闊的高原上, 原面呈波狀起伏, 僅有風火山和開心嶺超過 5000 米。高原下伏地質構造為藏北台向斜, 由古生代和中生代砂頁岩、泥灰岩和灰岩構成基底, 上復以第四紀薄層砂礫碎石和粘土層(屬洪積、坡積、冰水堆積類型)。老構造簡單, 新構造以大面积隆升為主。由于深居青藏大高原的腹部, 南北有高山夾抱, 本區氣候更加嚴寒, 對凍土的發育十分有利, 成為高原凍土孕育的中心, 凍土層厚達 100—150 米, 呈連續分布, 僅寬大的河床地帶, 凍土層埋藏較深或偶有中斷。現代外營力以融凍剝蝕占優勢, 冰緣地貌相當發育, 種類繁多。山丘邊緣地帶, 發育有加積地貌, 如洪積扇、泥流階地、堆積階地等。在融凍作用塑造下, 山丘夷平過程顯著, 地面起伏趨向平緩, 原面坦蕩, 物質粗糙, 植被稀疏, 呈凍荒漠景觀。又分兩個亞區:

1. 高原隆升山地區: 包括霍霍西里、風火山和開心嶺三條山帶。三山走向東西, 并列盤坐于高原中部, 海拔 4900—5200 米, 高出附近原面約 300—500 米, 為通天河各支流的天然分水嶺。山体構造簡單, 岩層舒展, 現階段融凍剝蝕和寒凍風化作用異常強烈, 反映在地貌上, 山体低矮, 起伏和緩, 峯嶺渾圓, 具有老年山丘的特點。山區降水較臨近高原丰沛, 年降水量約 350—400 毫米, 地面坡度小, 僅 15° — 30° , 細粒岩屑(亞粘土夾碎石)廣泛分布, 流水與重力作用微弱, 凍土發育, 地表凍結與融化過程頻繁而強烈, 因而, 冰緣地貌極為發育, 類型多, 分布廣, 尤以熱力融凍地貌最突出, 諸如融凍泥流、滑塌、草皮滑動等, 滿布山坡, 正在加速山丘的剝蝕和夷平過程。山間地帶, 發育有冰椎、熱融湖沼和凹地、凍裂縫和凍斑土等。值得提出的是, 本區冰緣形態及分布規律, 與蘇聯和北美凍土區尚有差異; 高原地區尚未發現由冰凍裂隙作用所產生的大多邊形地形; 而本區, 尤其是風

火山地区广泛分布的透鏡状厚层(0.5至2—3米)地下冰及其所产生的大型融冻滑塌等,则为世界其它冰緣冻土区所罕見^[7]。地下冰的分布,主要受地形条件的控制,冰层的延伸和冰面的起伏,均与地表变化相吻合。冰层上与季节融化层互相衔接,下与多年冻土层連成一体,因其埋藏浅,极易受自然或人为因素的破坏,由于冰层融化而引起边坡滑塌、地表沉陷等极为常見,对工程建設和交通运输极为有害,急待深入研究。地下冰不是一种独立的冰緣形态,而是各种热融冰緣現象(如热融湖沼和凹地、融冻滑塌、泥石流和草皮滑动等)形成的基础和先决条件,冰緣地貌的形态特征和类型組合、发育过程和分布規律,均受地下冰的严格約制。

在強烈的融冻剝(蝕)夷(平)作用(于山頂)和融冻泥石流作用(于山坡)的塑造下,霍霍西里山变得更加低矮渾圓,地貌类型亦較簡單(图5)。

地下冰的广泛分布及其融化,賦予风火山地区以鮮明而独特的地貌形态。在这里,不仅融冻作用十分強烈,而且,流水作用亦逐漸显露出来(本区降水集中季节,也正是季节冻土层和地下冰层強烈融化时期,水源較充沛,地面分割較強烈),地面起伏較大,山体显得破碎,地貌类型和冰緣形态也較上述地区复杂多变(图6)。

开心岭剝蝕-构造高山地貌类型主要有:(i)冻土发育,寒冻、融冻作用強烈,泥石流盛行的山頂和山坡;(ii)融冻剝蝕強烈,草皮滑动显著的魚鳞状山坡;(iii)由坡积-洪积物組成的山麓扇形地。

2. 山間河谷高原亚区: 介于上述山地之間,呈带状向东西兩側延伸,构造上为差异运动微弱的、剝蝕与堆积均不显著的大面积隆升地区。本亚区由下列河谷高原所組成: 楚瑪尔河高原(崑崙山与霍霍西里之間)、北麓河高原(霍霍西里与风火山之間)、沱沱河高原(风火山与开心岭之間)、得列楚卡河高原(开心岭与唐古拉山之間)。北麓河高原,因受多条河流的分割,地面起伏較大,其余原面,异常平坦。这些河流皆是通天河的支流,河身长大,多为砂砾或砂质河床,除夏季有巨量径流外,其余季节,在寬浅的河床上,仅有涓涓細流。沿河发育有1—3級阶地,第1—2級阶地由砂砾物組成,第3級阶地多为复合类型。阶地面向兩側扩展,往往与高原面連成一片,其間无明显坡折,地貌上难以截然分开,合而构成寬达几十甚至百余公里的开敞的河谷高原。原面为第四紀粗粒岩屑所复盖,山麓地带,散布有大面积的冰水沉积物(崑崙山南麓、唐古拉北麓的高原面上),时有基岩出露,草

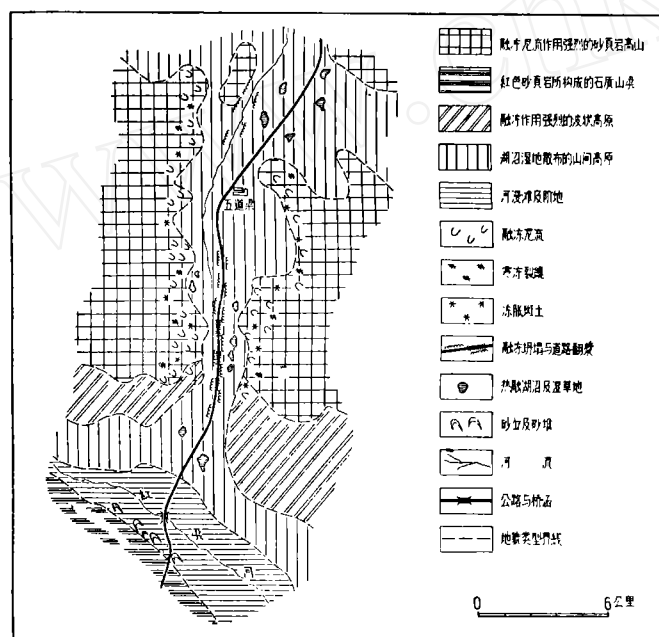


图5 霍霍西里山口附近地貌图

作拱形隆起,以震旦紀岩层为基底,上复以泥盆-石炭紀灰岩和砂頁岩。主脊大唐古拉山,高达 6000 米以上,形成高原中部屋脊,是长江与怒江源头水系的分水岭,高峯連綿,发育有現代冰川。兩側山地,低矮和緩,仅有季节性积雪,但冻土仍較发育。

唐古拉山横亘于高原中部,削弱印度洋湿润气流的侵入,致使此山以北广大高原显得干燥而严寒,这里年平均气温低于 -5°C ,年降水量小于 300 毫米,冻土与地下冰分布广、厚度大,冰緣現象类型多(融冻和冻胀)。主脊以南地区,因印度洋气流的波及,年平均气温高于 -2°C ,年降水量在 400 毫米以上,冻土和地下冰过渡为断續分布,厚度逐渐变薄,仅 50 米左右,冰緣現象以热融类型占优势。据观察,本区現代冰川与高原北部崑崙山冰川尚有差异:前者系围谷冰川类型,粒雪盆寬淺巨大而冰舌短小,主要依靠特殊的地貌条件和較丰沛的降水而生存(照片 10);后者粒雪盆小而冰舌长大,不少冰舌已伸至谷地边缘,属大陆型冰川,依靠低温条件而保存。分三个地貌亚区:

1. 小唐古拉山亚区:主脊以北山地属之。山丘与谷地相交错,山地海拔約在 5000 米左右,由灰岩和砂頁岩組成,褶皺断裂現象显著,以雁石坪附近最明显。山地冻土发育,山前有温泉出露,山坡因冻裂作用强,草皮土体移动活跃,有大面积的魚鱗状山坡和融冻泥流。山地外貌与上述三山地帶很相似。得列楚卡河的支流拜渡河溯源而上,直抵主脊北坡,河床时而在山丘間摆蕩,时而被束于山地之中,谷形呈葫芦状。沿河发育有 2 級阶地,高阶地由河流相和冰水相砂砾物組成,与得列楚卡河高阶地連成一片;低阶地呈狭带状沿河分布。地貌类型有:(i)寒冻风化强烈,古冰斗和 U 谷散布的山脊和山頂(温泉以西高山);(ii)融冻剝蝕(夷平)强烈,峯岭平整的山頂(雁石坪附近);(iii)草皮泥流盛行的魚鱗状山坡;(iv)由冰水沉积物(砂砾初具胶結)和冲积砂砾所組成的第二級阶地;(v)由砂砾和砂質物組成的河漫滩和第一級阶地;(vi)由坡积-洪积物組成的山麓扇形地(温泉以北)。

2. 大唐古拉山亚区:为唐古拉山主体所在,山体高大雄伟,現代冰川发育,而古冰川遗迹更为清晰;古冰川槽谷分布广、保存好,山間山麓地带散布着大面积的冰碛、冰水沉积物(照片 11)。現代冰川以下的山坡,发育有各种冰緣地形,因地面高差大,冰緣現象具有垂直分带特征。山区冰雪融水富集,在高山頂部形成了巨大的冰川湖(見照片 10)。流水作用活跃,形成层层阶地和峽谷。地貌类型有:(i)为現代冰川所复盖,冰蝕地形发育的山脊;(ii)寒冻风化和雪蝕作用强烈,古冰川剝蝕地形显著,石海石河发育的山頂和山坡;(iii)冻土发育,融冻泥流和草皮滑动活跃的緩斜山坡;(iv)由第四紀冰碛、冰水沉积物組成,被現代流水强烈分割的山間峽谷和阶地;(v)由冰水沉积物組成的山麓扇形地。

3. 安多买馬山-妥儿九高山亚区:主脊以南山地属之。由灰岩和砂頁岩所构成,山巒起伏在 5000 米左右的高度上,山丘地带,冻土发育,河谷地带,可能为融区所在。第四紀冰碛物遍布全区,形成冰碛丘陵、冰碛盆地(平原),以妥儿九山北坡和安多买馬山南坡最突出。融冻作用明显,表現它和温度及湿度間的密切关系。本亚区融冻地貌分布广泛,活动强烈,从山丘頂部到盆地中心几乎都有其活动痕迹,盆地中的冰碛巨砾,往往被泥流物質所包围甚至埋沒。山丘夷平,盆地填高,地表起伏趋向和緩。

妥儿九剝蝕-构造高山地貌类型有:(i)融冻剝蝕强烈,峯岭渾圓平整的山頂;(ii)融冻泥流和草皮滑动强烈的緩斜山坡;(iii)由洪积-冰水堆积物組成的山間平原和山麓扇

形地; (iv) 由冲积-洪积物组成的河漫滩和阶地。

安多买馬剝蝕-构造高山地貌类型有: (i) 融冻剝蝕强烈的平缓山顶; (ii) 由冰碛物和泥流物所填充的山间盆地(平原); (iii) 融冻滑塌、泥流和草皮滑动强烈的山坡; (iv) 由冲积-洪积砂砾所组成的那曲河阶地。

与前述两地貌区相比,唐古拉山区温度高,湿度大,表土细,含水量大,热融作用尤其强烈,地面物质移动快,道路工程艰巨,山坡极不稳定,且勿轻易开挖,否则一触即塌,难以收拾。山间河谷地带,流水冲刷较强,在施工中亦须注意。

結 語

(一) 調查区地貌是内外营力相互作用的结果。地貌轮廓和较大的地貌单元由地质构造所控制;小地貌形态则由外营力所形成。因海拔、纬度的不同,导致地貌景观的水平分区和垂直分带变化。

(二) 青藏高原的极大高度主要是新构造运动的结果,高原高度又引起有利于冰川与冻土形成发育的气候条件;现阶段高原面的急剧上升,在一定程度上削弱了因近期气候转暖而引起的冰川与冻土的退缩,有利于冰缘地貌的发生和发展。

(三) 由于海拔高、温度低,本区成为世界中、低纬度地带唯一发育有大面积的厚层的多年冻土的地区;由其所伴生的各种融冻作用对地表的塑造十分强烈,正在夷平山丘,填塞盆地,使高原起伏趋向和缓。

(四) 本区地貌类型复杂,形态各异,活动方式及强度也不尽同,许多地貌问题(诸如高原地貌形成过程及其与冰川冻土的关系,高原湖沼的成因,高原河谷地貌特征等),值得深入研究。特别是对工程建筑有严重危害的各种冰缘现象,尤须及早进行调查,并结合野外定位观测与室内实验研究来查明它们的分布规律、形成原因、活动过程及发展动态,以便进而找寻行之有效的防治措施。

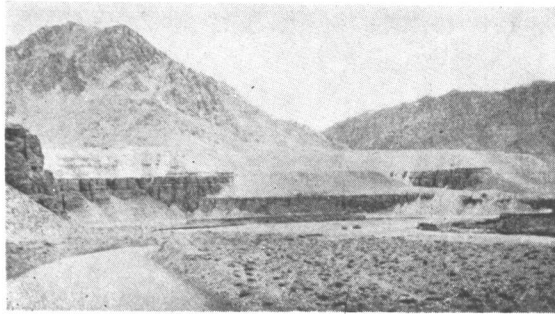
(收稿日期: 1963 年 1 月)

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地质研究所: 中国大地构造纲要, 科学出版社, 1959。
- [2] B. M. 西尼村: 亚洲最高地区的大地构造纲要, 地质译丛, 1956 年第四期。
- [3] B. B. 波波夫, И. А. 列查诺夫: 从受震程度来看天山的新地质构造, 地质专报第五期, 1957。
- [4] B. M. 西尼村: 亚洲中部气候变迁的大地构造因素, 地理译报, 1956 年第四期。
- [5] 周幼吾, 杜榕桓: 青藏高原冻土初步考察, 科学通报, 1963 年 2 月号。
- [6] А. И. Попов: Полярный покровный комплекс, вопросы физической географии полярных стран, вып. 1, Москва 1958.
- [7] А. И. Попов и А. Г. Костяев: Карты перигляциальных образований Азии современных и среднеплейстоценовых, Вопросы географического мерзлотоведения и перигляциальной морфологии, Москва 1962.

图版 I

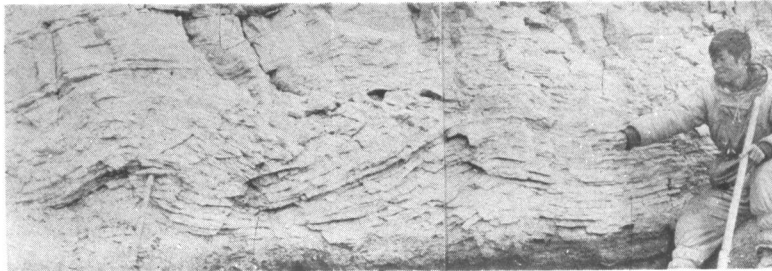
青藏公路(崑崙山至唐古拉山段)地貌特征的初步观察(照片)



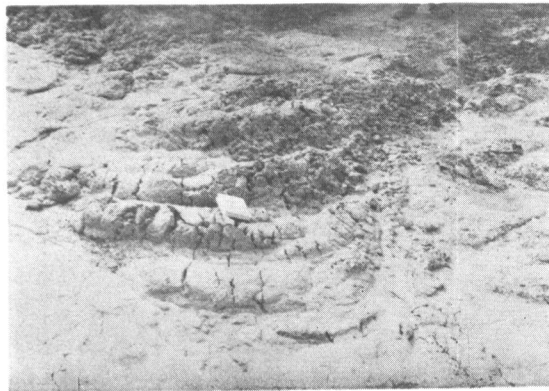
照片 1 崑崙山奈齐河沿岸之层层阶地,远处为干寒剥蚀变质岩高山



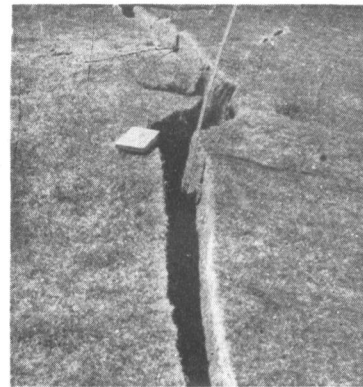
照片 3 高山顶部的寒冻石流(风火山)



照片 2 崑崙山垭口盆地第四纪湖相沉积层之褶皱现象



照片 4 发育在滑坡体上的半弧状融冻泥流(风火山)



照片 5 发育在片状草丛上的典型冻胀裂缝(西大滩北侧沟口平缓处)



照片 6 与草丛相间成玫瑰形的冻胀斑土(风火山)



照片 7 发育在古河道上的串珠状热融湖沼(风火山)

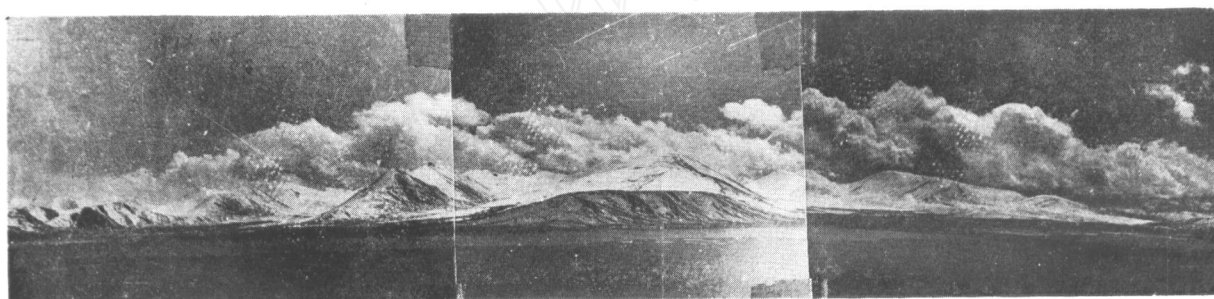
图版 II



照片 8 霍霍西里山南麓红梁河河谷(注意河谷开敞、河床宽浅、曲流发达、侧蚀活跃等特点)



照片 9 西大滩谷地上的巨型冰堆(周幼吾摄)



照片 10 大唐古拉山现代冰川群,注意宽浅巨大的粒雪盆及短小的冰舌,近处为巴斯克俄错湖



照片 11 唐古拉山南麓古冰川槽谷(U形)和冰碛平原

(本文照片除署名者外,均系杜榕桓所摄)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАБЛЮДЕНИЕ НАД ОСОБЕННОСТЯМИ РЕЛЬЕФА ВДОЛЬ ШОССЕ ЦИНХАЯ-ТИБЕТА (УЧАСТКА КУНЬЛУНЯ-ТАНГЛА)

Ду Юнь-хуан

(Лаборатория гляциологии и мерзлотоведения института географии АН Китая)

Резюме

Шоссе Цинхая-Тибета начинается от Гэрму пров. Цинхая на севере и доходит до Лхаса Тибета на юге, имея протяженность в 1200 км. Участок хр. Куньлуня-хр. Тангла имеет среднюю абсолютную высоту свыше 4700 м, и расположен на глубине плато. Под совместным влиянием свойственных ему высоты над уровнем моря, климата, геологических и географических факторов был сформирован своеобразный природный ландшафт. Эта территория характеризуется сложными древними геологическими структурами, сильно выраженными новейшими геологическими структурами, сплошным распространением многолетнемерзлого грунта и сравнительно развитыми современными ледниками. Процесс замерзания-таяния, сформированный при условии сурового континентального климата, обрабатывает земную поверхность и играет роль, совершенно иную чем в других областях.

Геологические структуры представляют собой ведущий агент, образующий остоу рельефа исследуемой области. хр. Куньлунь образовался в результате поднятия Восточно-Куньлуньской складчатой зоны; хр. Тангла является куполовидным поднятием с большой амплитудой на основе антеклизы; плато, расположенное между этими хребтами, лежит на основании Северо-Тибетской синеклизы, и образовалось в результате поднятия огромной территории. Геоморфологический ландшафт и перигляциальные формы данной области в целом являются продуктом современных экзогенных агентов.

Исследуемая область делится на три крупных геоморфологических района (участки): высокогорный район Куньлуня, район плато в истоке р. Янцзы и высокогорный район Тангла. Эти районы в свою очередь делятся на подрайоны и типы рельефа. Главными перигляциальными формами являются: холодно-мерзлотные каменные моря, реки и потоки, осыпи, оттаялые грязевые потоки и оползания, сползание дерна, морозные трещины и островной грунт, земляные жилы, наледи, бугры, оттаялые озера и впадины, асимметричные овраги и долины, нивальные впадины, песчаные дюны, лессовые отложения и т. д. В силу разных высот над уровнем моря, широт и рельефа геоморфологический ландшафт характеризуется горизонтальным различием районов (на севере сухо и холодно, на юге влажно и холодно, а в центральной части крайне холодно) и вертикальной зональностью. В зависимости от температуры, влаги, литологического свойства, структур и рельефа меняются особенности перигляциальных форм и их сочетания типов (на севере преобладает морозный тип рельефа, на юге — оттаялый тип и в центральной части, за исключением гор, сравнительно однообразны перигляциальные явления).

В данной работе предварительно обсуждены лишь особенности регионального рельефа вдоль шоссе Цинхая-Тибета. Процесс образования перигляциального рельефа, особенности их типов, районирование перигляциального рельефа и т. д. будут рассмотрены в другой работе.