

喜马拉雅造山带中段北坡构造地貌初步研究

刘德民,李德威,谢德凡,廖群安,易顺华

(中国地质大学地球科学学院,湖北武汉 430074)

摘要: 研究区位于喜马拉雅造山带中段北坡,构造地貌丰富、典型. 本文在野外调查的基础上,将区内构造地貌分为断裂构造地貌、花岗岩构造地貌、夷平面构造地貌、冰川构造地貌、水系及阶地构造地貌和土林构造地貌等类型,并对这些构造地貌特征进行初步分析描述,为喜马拉雅造山带的构造隆升研究提供了地表构造地貌上的有力信息.

关键词: 构造地貌;河流阶地;喜马拉雅造山带;定结地区.

中图分类号: P534.63;P54 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2003)06-0639-06

作者简介: 刘德民(1975-),男,现攻读构造地质学博士学位,主要研究方向为大陆动力学与构造地貌. E-mail: lymlm2002@163.com

0 引言

构造地貌是指反映地壳运动和地质构造形迹的地貌,或者说是由地壳运动和地质构造直接或间接造成的一种动态的、积极活跃的地貌^[1,2]. 吴珍汉等^[3]将地球内动力、构造运动与内外动力耦合所导致的地壳表面不同形态、不同规模、不同特点的地貌统称为构造地貌. Ufimtsev^[4]将地貌的构造分析称为构造的第三副孔,他认为地貌构造分析或叫新构造分析的理论基础是年轻内生作用的速率和特征与地球表面地貌的相关性.

关于构造地貌的研究在20世纪以来比较热,如李志中^[5]、赵小麟等^[6]、闫纯有^[7]、吴忱^[8]、杜国云等^[2]分别对不同地区的构造地貌进行过详细研究,他们的研究为构造地貌的研究打下坚实的基础.

对研究区构造地貌进行研究是非常重要的,这是因为前人对于青藏高原崛起与喜马拉雅造山带的隆升研究往往只注重隆起与环境变化及内部机制与动力,但现今的社会发展要求我们的科研应注重与人类更为密切、对人类活动带来更大影响的方面,如构造地貌的研究;而且研究区构造地貌能对喜马拉雅造山带隆升研究提供大量信息.

1 研究区自然地理

研究区位于西藏自治区西南部,行政区划属日喀则地区萨迦县、定结县、定日县、岗巴县管辖. 地形起伏大,逾越条件差. 最高点马卡鲁山为8463 m,最低点海拔为2100 m,平均海拔4500 m以上.

地势以南北两侧较高,中间较低. 区内河流较多,大部分为内流型,流向研究区湖泊. 发育在研究区南部的部分河流流向印度洋. 湖泊众多,均为咸水湖,面积大于20 km²的有4个,其中最大的错木折林面积为240 km²,湖面高程4420 m,其次还有面积较小的共左错和丁木错等咸水湖. 此外,在靠近现代冰川的高山附近发育小型湖泊,如冻结错、宗格错、直习错等冰湖.

研究区气候属高原大陆型温带半干旱季风气候,以低温干燥、空气稀薄、日照充足、昼夜温差大为特点,属高寒缺氧山区. 平均气温为7~8℃. 降雨量集中在7~8月,风季集中在2~4月. 一年仅有冷暖两季,四季不分,每年10月到翌年4月为冷季,5~9月为暖季,日照时间长且强烈,暖季是旅游的黄金时间. 研究区以农牧业为主,其土地类型主要为一等至二等宜牧型,以错木折林附近最好,为一等宜牧的滨湖滩地藁草草甸沼泽草地. 一般为二等宜牧的高山草甸土藁草草地和亚高山草原土针茅草地. 少数地区为宜农耕地,属平原草原土水浇地和平地潮土水

浇地等。此外,研究区尚有 1/3 的地区属极高山冰缘寒冻土、冰川与永久性积雪层以及砂地与戈壁,为不宜农牧区。

2 构造地貌单元及特征

研究区属典型的高原复合型构造地貌带,高山、极高山融冻侵蚀构造地形,具有遍布的山岳冰川与现代终年积雪及冰川地貌,冲积、湖积平原以及山麓倾斜平原镶嵌分布等特点,这些丰富的构造地貌形态按成因可以分类描述如下。

2.1 断裂构造地貌

喜马拉雅隆升过程中形成多体制、多层次、多类型、多方向的断裂系统,由于这些断裂的控制与改造,研究区形成相应的各类断裂构造地貌。

断块山,普遍为极高终年积雪山,如马卡鲁山、拉轨岗日山、普弄抗日、日玛那等断块山,均由正断层或低角度拆离断层所控制。如宗格错—一定结县正断层和康工—活里拉正断层位于日玛那断块山的東西两侧,在地貌上形成断崖、断层三角面,造成巨大的地势反差。沿着该断块山断崖的东面,线状分布一系列串珠状泉水,显示了该断层的活动性。北东向平移正断层主要分布在北东向亚莫如山脉两侧及鲁鲁、扣乌等地,该组断层规模较大,分布在山地和盆地之间,最直观的标志是晚更新世冰碛砾石层与变质核杂岩呈断层接触,使冰碛砾石层上游冰蚀谷成为悬谷。

断陷(湖)盆地,主要分布在研究区的中部及东部,主要有定日盆地、长所盆地、定结盆地、萨尔盆地、致克盆地、昌龙盆地。无论是中新世古盆地^[9,10]还是第四纪湖盆,往往受到走向近 SN 向或近 EW 向的断层控制,而且晚期断陷湖盆都是在早期断陷盆地的基础上继承发育起来的。如长所盆地,北侧由近东西向的定日—岗巴逆冲断层控制,南侧由除马正断层所控制。与之相类似的致克盆地,北侧被定日—岗巴逆冲断层冲断,南侧被第四系近东西向的拉龙拉—亚木拉活动断层所围限。

东西向正断层主要分布在昌龙古湖与致克古湖盆南缘,活断层最直观的表现是使第四系变形、变位,即早更新世地层及中更新世地层形成低角度倾斜变形和断裂变位,地貌上是山地与第四纪盆地的线性界线。特别明显的是洪积扇变形变位、洪积扇被切割、洪积扇顶向盆地方向迁移,同时第四系地层形

成断层陡坎,如错母折林湖盆被平行于喜马拉雅造山带走向的岗日阿—亚拉木正断层控制。

研究区新生代断裂的存在不仅控制着断块山的形成、古湖盆的再改造,而且在很大程度上控制了新生代盆地(如定结盆地)的发育、河流(如陆布者曲)流向、湖泊(如羊姆丁错姆、丁木错)演化、温泉(如鲁鲁、扣乌温泉)展布等。如位于萨迦县扣乌镇的扣乌温泉(图 1a),沿着扣乌断裂平行展布着多个泉口,泉水水温高达 60℃ 以上,远看热浪冲天,泉华极其发育(图 1b),硫酸味很浓烈。

2.2 花岗岩构造地貌

花岗岩本是地下深处形成的岩浆岩,后因构造抬升及地表受到侵蚀作用而出露地表。一般来说,花岗岩,尤其是时代较新的喜马拉雅花岗岩,具有较强的抗蚀能力,因此,它们常常构成高山的山峰或山脊,如研究区内的马卡鲁山、拉轨岗日山及日玛那山,山体均是由喜马拉雅期花岗岩组成的高大山峰。但这些花岗岩山体均未形成像我国东部地区的黄山、华山、九华山、天柱山那样悬崖峭壁的奇峰异山,而是呈现出浑圆状的山头和山脊,这可能是由花岗岩的球状风化及高原的干寒气候所造成的^[11]。而黄山等地的花岗岩地貌发育在高差大的山区,由岩株状的花岗岩体组成,花岗岩岩石裸露,岩体内多组断裂和节理发育,受冰川或流水强烈切割和风化剥蚀后形成了雄伟高耸、峰峦重叠、谷深坡陡的奇峰深壑^[12]。

喜山期花岗岩在研究区分布较广,岩体的分布明显受构造带的控制,集中分布在高喜马拉雅隆起带和拉轨岗日隆起带。岩体规模较小,一般成小型岩株、岩滴、岩脉产出,少数可形成大型岩株规模的岩体。岩体的形态和内部组构特征与其产出的构造位置有关,沿拆离断层带产出的岩体,形态一般不规则,成脉状、椭圆状或扁豆状,长轴方向与拆离断层的走向基本一致,如拉轨岗日带的麻布加岩体和茶尔岩体。由于受到长期风化剥蚀以及构造变动,局部岩体发生裂解崩塌,在地貌上形成低山缓坡的丘陵山地。通过岩体中白云母淡色花岗岩磷灰岩裂变径迹测年((5.7±2.0)Ma~(10.5±1.6)Ma)可知,研究区花岗岩地貌是晚新生代以来构造活动与岩浆活动造成的。

2.3 夷平面构造地貌

夷平面是地表形态发展演变历史过程中在地球表面形成的一种常见的层状构造地貌,具有时间与空间分布的特点,普遍发育于山地与低山丘陵地区,



图 1 构造地貌样式

Fig. 1 Tectonic landforms

它是地壳处于相对稳定状态下,经过外营力长期侵蚀、剥蚀作用的结果,一般形成于构造运动微弱的剥蚀夷平期,其形成需要长期的构造相对稳定^[13]。

研究区内可观察到两级夷平面。Ⅰ级夷平面(山顶面)是较高的一级夷平面,一般分布在各大山脉的顶部,保存面积较小且大部分成为现代平顶冰川和冰帽的发育中心。主要分布于定结县萨尔乡西面的亚莫如山脉等高山区,表现为齐平的山顶面、山脊线,平坦状,海拔在 5 500 m 左右,面积约 300 km²,由于受第四纪冰川和冰缘作用的改造,所以缺乏风化壳,覆盖有冰碛物和寒冻岩石碎块。山顶面切割的最新地层是始新世和渐新世沉积,由此看来它应晚于渐新世。

Ⅱ级夷平面(主夷平面)出现在高喜马拉雅北侧盆山过渡带及拉轨岗日南北两侧河流之间的分水岭,保留面积较大,主要分布于高山、亚高山区,构成

高原山地的主体,如萨迦县东北帕这狼—日阿的高山侵蚀地区及定结县东拉龙拉—扎嘎的亚高山侵蚀地区,零星散布,平坦状,海拔高度大多为 4 500~5 000 m。主夷平面普遍切穿了早第三纪沉积和晚第三纪沉积,故其应为晚第三纪以后形成的。

2.4 冰川构造地貌

研究区发育有现代冰川和古冰川。古冰川分布在喜马拉雅山脉北坡及拉轨岗日山脉四周,距现代冰川距离近,冰碛外形形态较完整,与现代冰川相似,但规模大得多。堆积地貌以终碛为主,少量侧碛,分布在“U”形谷底较低的部位,常被流水破坏而残存成小丘状,分布高度在海拔 4 500~5 000 m 左右,与终碛相对立的是“U”形槽谷、悬槽谷。冰蚀地貌与冰碛物紧密相连,冰蚀谷上方出现的冰斗均以冰川湖泊形式出现,在冰斗(图 1c)上方出现刃脊和角峰(图 1d)。

现代冰川是晚更新世晚期即末次冰川的继承,属大陆山谷冰川,分布在现代雪线之上(图 1e),主要是在喜马拉雅山脉中段和拉轨岗日地区。冰川地貌主要为悬冰川、冰斗冰川、冰斗山谷冰川、复式山谷冰川、山谷冰川、冰帽和平顶冰川,规模一般不大。它们的发育却存在于山体内部或龟缩于山岭上部或河谷源头。少数冰川的末端有新的终碛与侧碛,其中埋藏有冰,岩块松动,没有生物,为石冰川,在喜马拉雅山脉南坡伸入森林地带。而新的终侧碛之上常见堵塞冰水湖泊(图 1f)发育。高喜马拉雅高山区常见现代冰蚀地貌,冰斗和角峰成群出现,巨大的冰川“U”形谷传送大量的冰碛物,主要是近源的片麻岩、花岗岩砾石。发育规模较大的冰川有甘马藏布河右支流的沙基塘冰川^[9],形态为双支山谷冰川;卡达冰川发育在卡达河右源,形态为大冰斗—山谷冰川,它具有广阔的粒雪盆及宽而短的冰舌,冰川表面比较洁净,有冰塔发育;马卡鲁冰川发育在马卡鲁峰附近康雄冰川的右侧,形态为再生山谷冰川。

现代冰川的冰缘地貌比较丰富多彩,一是在寒冻风化和重力作用下,在亚莫如山脉西坡、拉轨岗日山四周形成一系列岩屑锥、岩屑裙、岩屑坡。主要是基底杂岩,岩石质地较均匀坚硬、坡度大于 40°。大量寒冻风化的岩屑落于山坡下形成锥状堆积体,岩屑锥下部相连形成岩屑裙,在马卡鲁山附近的高山几乎每天都可以看见岩屑锥的形成,巨大石块沿山坡滚落发出轰鸣的声音。在马卡鲁山区及拉轨岗日山还有主要由粗碎屑(一般 30~50 cm,大者 2~3 m)组成的石海、石河,即细粒物质极少,又没有植物生长。二是融冻、冻胀作用在冰缘冻土区普遍形成石多边形、斑状土、冻胀丘。石多边形似一种龟裂状,由夹细砾砂土组成。呈椭圆或不规则状,其规模小者密度大时称为斑状土,地下水富集而冻结膨胀,形成坟丘状、蛋丘状小丘,表面有草皮或土层所覆时称为冻胀丘。

2.5 水系及阶地构造地貌

水系的发育状况、分布及流向与线状构造产出极为密切。研究区水系发育,河流密布。在喜马拉雅山脉中段北麓与拉轨岗日山脉南坡以南形成朋曲水系,而在拉轨岗日山脉北坡少部分为雅鲁藏布江水系。除雅鲁藏布江和朋曲两大主流河以外,其他较大的支流河还有甘玛藏布、拿当曲、雅鲁藏布曲、洛洛曲、甲裸藏布、扎嘎曲、萨迦藏布、叶如藏布、几脚浦、金龙曲等。区内水系面貌主要由树枝状水系、放射状

水系及扇状水系等 3 种水系型式组合而成。在山脊线以下,交织着不同性质的内外流水系,内流水系大都蜿蜒山谷中,部分地段发育一些以湖盆为中心的向心状水系,放射状水系主要发育在北部的拉轨岗日变质核杂岩构造带,以核杂岩山峰为辐射中心。这些水系大部分是时令河,宽阔的谷地和细小、弯曲分叉的水流相配。另外,研究区也发育了与构造密切相关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地侵蚀切割在高原面以下,以宽狭相间的谷形为主,急流奔泻。

朋曲河是珠峰北坡的一条主要河流。属于恒河水系阿龙河的上游,发源于希夏邦马峰(8 012 m)北坡野博康加勒冰川的末端,在陈塘附近进入尼泊尔境内,称阿龙河;境内在西宁藏布汇口以上为东西向河段,而以下的为南北向河段,这两段在河谷地貌上有很大的差别。在支流西宁藏布汇口以上流向与地层走向一致,呈东西向,基本上沿着喜马拉雅山北麓的区域构造线发育。西宁藏布汇口以下折向南流,切过喜马拉雅山主脉,大致顺应了日玛那西翼南北向构造发育。就整个河段来说,东西向河段的特点是,河床宽浅不一,河道弯曲并多分叉,河流的加积作用明显,因而河谷平原中的孤立残丘的下部常被洪积和冲积物以至湖积物掩埋。南北向河段的河谷宽窄相间,宽谷中填充有砂砾,并组成数级阶地;峡谷则幽深,多瀑布和跌水^[11,14],如陈塘乡所在的高山上悬挂着多条瀑布,茂密的森林从幽深峡谷中冲天而起组成一幅奇特的构造地貌景观。

朋曲进入定日盆地后,在出山口的盆地边缘都有大规模坡度平缓的冰水扇发育(图 1g),而细粒泥沙则带到盆地中部与朋曲汇口处堆积下来,使河床淤高,出现大片湿地和沼泽地。定日至吉隆间,朋曲河基本上沿地层走向和与走向一致的近东西向断层发育。由于接受了两侧支流的大量来水,因此河道形态与定日盆地以上有明显差别,河道弯曲多心滩,河漫滩宽广。南岸河谷平原宽广,并有大规模山麓地带洪积扇发育,平原上分布着孤立的岛状残山,目前谷中的一些岛状残丘的坡麓均被洪积—冲积物掩埋;北岸河谷平原较窄。吉隆至长所盆地和西宁藏布盆地间,朋曲河谷地较窄,局部地段为峡谷,但峡谷两侧山地较矮,谷中所见阶地有三级,低阶地高出河床 20~30 m,属基座阶地;二级和三级阶地高出河床 60~80 m 和 100 m,系侵蚀阶地。长所盆地是朋曲流域的另一个较大的古湖盆,盆地东侧低洼并积水成

丁木错,盆地中风沙作用强烈,地面大部被风沙覆盖,新月形沙丘较发育。目前朋曲河自盆地南缘流过,河床分叉漫流,心滩、边滩十分发育。河流右岸有一级高出河床 20 m 的基座阶地,在盆地边缘零星分布着一级相对高度约 100 m 的基座阶地,上覆松散物为湖相亚砂土和亚粘土。扎西岗以下朋曲河进入陈塘峡谷区,该峡谷由于亚莫如山西侧北东向断层的复活切割而形成,从而使沿东西向造线状发育的朋曲河向南呈大角度的转折汇入印度洋水系。河床纵剖面多跌水和瀑布,两侧谷坡陡峻,谷深在 400~500 m 以上。由于有康雄冰川等现代山谷冰川和悬冰川下伸,峡谷河段冰川地貌发育,第四纪冰川遗迹沿各支流分布^[14]。

雅鲁藏布是朋曲河流域的最大一条支流,具有与朋曲河东西向河段相似的特点。在定结县与萨尔间由于受日玛那南北向构造的影响而向北流,并在荣巩附近切穿该构造而流入西宁藏布。河谷内的阶地主要见于上游河口段。萨尔与定结县之间河流左岸有一级高 50~60 m 的阶地,由贡巴砾岩所组成。定结至河口有三级由河湖相粘土和砂砾组成的阶地,在河口的高度分别为 30, 50 和 85 m^[11]。雅鲁藏布流经昌龙附近,河流两侧发育很多次级支流,这些支流流向均为南北向,次级支流克弄浦两岸阶地极为发育,河流左岸有一高达 50 多 m 的基座阶地,右岸侵蚀阶地发育,阶地相对高差在 2~5 m 左右,阶地之上发育土林构造地貌。

几脚浦是雅鲁藏布北侧的一条支流,几脚桥以上分为两支,南支称为金龙藏布、北支称为曲强藏布。两河均发育在古湖盆内,盆地中堆积着厚层的河湖相和湖滨相粘土与砂砾层。古湖盆的湖面高程由几脚桥附近的 4 200 m 左右向上游增至 4 300 m 左右,湖积物光释光测年为(233.4±27.4)ka,是中更新世形成的。河流多弯曲、阶地发育。几脚浦与雅鲁藏布汇口处以下称西宁藏布谷地。西宁藏布谷地呈北北东走向,它是发育于同走向的断层带内的,在与朋曲汇口的右岸断层的构造形迹十分清晰。西宁藏布是一条构造谷地,河床宽浅,心滩和边滩发育,河漫滩宽广。河谷内现代风沙作用强烈,右岸漫滩和部分谷坡被风沙覆盖,并有新月形沙丘、半固定的沙堆等发育。

2.6 土林构造地貌

研究区土林构造地貌主要分布在喜马拉雅山北麓,如昌龙乡克弄浦河流两岸以及昌龙乡一牧乡之

间的河流阶地之上发育比较丰富的次生层状构造地貌,这些均为上新世以来的河流相沉积地层,以粉细砂岩和粘土层为主,间夹粗砂岩和砂砾岩,岩性比较疏松(半成岩状态),均分布在河流阶地之上,由于山体的强烈上隆、河流的强烈切割及雨水风化等作用,其平面形态酷似黄土地貌;未被分割的地方为平坦宽广的台地;分割较少的地方为岗状、垅状平台;强烈分割的地方则呈孤立的锥状、穿孔状(图 1h)、圆丘状、甚至类似飞来峰(图 1i)等形态奇特的“山峰”。这些孤立小“山峰”往往发育在河流两岸阶地之上,呈线状排列,由于差异性风化剥蚀等外动力因素,通常是河流一岸较发育,另一岸不发育。这些“山峰”完全不同于残余峰林及溶蚀地貌。

3 结语

研究区构造地貌是处于挤压构造背景伸展体制下形成的,是对喜马拉雅造山带隆起演化的响应。区内构造地貌在极大程度上受线状构造的控制,如泉水的串珠状产出、朋曲在与西宁藏布汇口处突然转向、湖盆的分布及土林线状排列等,这些都说明新构造运动对地貌演化起着非常大的作用。一系列高温热泉在研究区的展布表明研究区处于高热流地带,是一个构造剧烈活动区。整个研究区所表现出的断块山、断陷盆地、山间盆地、河流阶地及土林等差异特征,都是第三纪末或晚新生代以来随着喜马拉雅造山带整体隆升而沿着活动性断裂差异升降及脉动式活动的结果。

论文的完成得到了张雄华副教授、曹树钊副教授、袁晏明副教授等的大力协助,在此一并感谢!

参考文献:

- [1] 韩慕康. 构造地貌学[J]. 地球科学进展, 1992, 7(5): 61-62.
- [2] HAN M K. Tectonic geomorphology [J]. Advance in Earth Sciences, 1992, 7(5): 61-62.
- [3] 杜国云, 王竹华, 李晓燕. 构造地貌分析体系及相关的构造地貌标志[J]. 烟台师范学院学报(自然科学版), 2002, 18(2): 105-112.
- [4] DU G Y, WANG Z H, LI X Y. Analysis system and mark for tectonic geomorphology [J]. Yantai Normal University Journal (Natural Science), 2002, 18(2): 105-112.
- [5] 吴珍汉, 吴中海, 江万, 等. 中国大陆及邻区新生代构造—地貌演化过程与机理[M]. 北京: 地质出版社, 2001.

- WU Z H, WU Z H, JIANG W, et al. The Cenozoic evolution and mechanism of tectonic-landforms of China continent and its adjacent areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001.
- [4] Ufimtsev G F. The third face of tectonics—Tectonic analysis of relief [J]. *Earth Science Frontiers*, 1995, 2 (1—2): 9—18.
- [5] 李志中. 阿尔金山及其毗邻地区构造地貌的形成和演化 [J]. *地理研究*, 1994, 13(3): 35—43.
LI Z Z. Formation and evolution of the tectonic landforms in the Altun mountain and its neighbouring region [J]. *Geographical Research*, 1994, 13(3): 35—43.
- [6] 赵小麟, 邓起东, 陈社发. 岷山隆起的构造地貌学研究 [J]. *地震地质*, 1994, 16(4): 429—439.
ZHAO X L, DENG Q D, CHEN S F. Tectonic geomorphology of the Minshan uplift in western Sichuan, southwestern China [J]. *Seismology and Geology*, 1994, 16(4): 429—439.
- [7] 闫纯有. 邯郸地区地貌与构造 [J]. *河北建筑科技学院学报*, 2000, 17(4): 63—65.
YAN C Y. Landform and structure of Handan area [J]. *Journal of Hebei Institute of Architectural Science and Technology*, 2000, 17(4): 63—65.
- [8] 吴忱. 华北山地水系变迁与新构造运动 [J]. *华北地震科学*, 2001, 19(4): 1—6.
WU C. Changes of river system and new tectonic movement in north China mountainous area [J]. *North China Earthquake Sciences*, 2001, 19(4): 1—6.
- [9] Hodges K V, Parrish R R, Housh T B, et al. Simultaneous Miocene extension and shortening in the Himalayan orogen [J]. *Science*, 1992, 258: 1466—1469.
- [10] Edwards M A, Harrison T M. When did the root collapse Late Miocene north-south extension in the high Himalaya revealed by Th-Pb monazite dating of the Khula Kangri granite [J]. *Geology*, 1997, 25(6): 543—546.
- [11] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏地貌 [M]. 北京: 科学出版社, 1983.
Team of Chinese Academy of Science of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. *Geomorphology of Xizang* [M]. Beijing: Science Press, 1983.
- [12] 钱方, 何培元, 郝治. 花岗岩石林 (阿斯哈图)——一种新的地貌景观 [J]. *地质力学学报*, 2000, 6(1): 90—94.
QIAN F, HE P Y, HAO Z. Granite hoodoos (Arsihaty)—A new geomorphic landscape [J]. *Journal of Geomechanics*, 2000, 6(1): 90—94.
- [13] 王树基. 亚洲中部山地梯级地貌初步研究 [J]. *干旱区地理*, 1995, 18(3): 1—7.
WANG S J. Preliminary study on terraced geomorphology of mountain in the middle of Asia [J]. *Arid Land Geography*, 1995, 18(3): 1—7.
- [14] 中国科学院西藏科学考察队. 朋曲河流域的阶地 [A]. 珠穆朗玛峰地区科学考察报告 (1966—1968): 现代冰川与地貌 [C]. 北京: 科学出版社, 1975. 180—190.
Team of Chinese Academy of Science of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. Terraces in the area of Pengqu river [A]. *The Scientific Expedition Report (1966—1968) on Qomolangma (Everest) area: Modern glacier and geomorphology* [C]. Beijing: Science Press, 1975. 180—190.

Primary Study on Tectonic Landforms in Northern Part of Middle Himalayan Orogen

LIU De-min, LI De-wei, XIE De-fan, LIAO Qun-an, YI Shun-hua

(Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: The study area lying in the north slope of the middle part of Himalayan orogen involves abundant representative tectonic landforms. Based on the field survey, this paper works out several tectonic landforms; faulting landforms, granite landforms, planation surface landforms, glacier landforms, water system, terrace landforms and earth wood landforms. Then it describes and analyzes the characteristics of those tectonic landforms. All these have provided forceful information for the research of Himalaya's tectonic uplifting and its surface landforms.

Key words: tectonic landform; river terrace; Himalayan orogen; Dingjie area.