

念青唐古拉山中段第四纪冰期划分

朱大岗¹⁾ 赵希涛²⁾ 孟宪刚¹⁾ 吴中海¹⁾ 邵兆刚¹⁾ 冯向阳¹⁾ 刘琦胜¹⁾

(1) 中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081; (2) 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京, 100029)

摘 要 念青唐古拉山脉呈 NE 和近 EW 走向, 其主脊海拔 6 000~7 000 余米, 第四纪冰川活动强烈。根据第四纪地层剖面、地层层序、地质地貌特征及其相互接触关系, 在念青唐古拉山中段可清晰地划分出 3 期冰期, 从新到老依次为: 拉曲冰期 Q_3 、爬然冰期 Q_{2-3} 、宁中冰期 Q_{2-1} 。每次冰期及间冰期沉积物中的砾石及其岩性、砾态、沉积厚度、风化程度等都有明显区别。另外, 还对老冰期与冰碛层、各次间冰期和本区冰期与其他地区冰期对比等问题进行了讨论。

关键词 西藏 念青唐古拉山 第四纪 冰期划分

The Division of Quaternary Glacial Epochs of Middle Nyainqentanglha Range

ZHU Dagang¹⁾ ZHAO Xitao²⁾ MENG Xiangang¹⁾ WU Zhonghai¹⁾
SHAO Zhaogang¹⁾ FENG Xiangyang¹⁾ LIU Qisheng¹⁾

(1) Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing, 100081; (2) Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029)

Abstract The Nyainqentanglha Range moves in the NE (nearly EW) direction, and its main ridge is 6 000~7 000 m in elevation. Glacier activity was strong in Quaternary. According to Quaternary stratigraphic section, stratigraphic sequence, general geological configuration of the earth's surface and contact relationships, Three glacial epochs can be distinctly recognized in the middle part of the Nyainqentanglha Range, which are from old to young the Laqu glacial epoch Q_3 , the Pararnr glacial epoch Q_{2-3} , and the Ningzhong glacial epoch Q_{2-1} . The gravels in deposits of different glacial epochs and interglacial stages show obviously different rock characteristics, gravel forms, deposit thicknesses and weathering degrees. Discussions have also been made on such comparisons as the comparison of old glacial epoch with moraine layer, that of various interglacial stages and that of the glacial epochs in this area with those in other districts.

Key words Tibet Nyainqentanglha Range Quaternary glacial epoch division

念青唐古拉山脉横跨在青藏高原的腹地, 近 EW 延长达 1 000 km 以上, 其中段的平均海拔高度超过 5 000 m, 主峰念青唐古拉峰海拔为 7 162 m, 雪线在 5 800 m 左右, 其上终年积雪, 现代冰川发育。本文所指中段地区包括北纬 $90^\circ \sim 91.5^\circ$ 范围, 这里集中了整个念青唐古拉山脉 5 座 7 000 m 以上的主峰中的 4 座, 由于念青唐古拉山脉主脊及其支脉上的许多山峰海拔均高于当地的现代雪线(中国科学院青藏高原综合科学考察队, 1986), 也远高于纳木错北、西、东三面丘陵状起伏的相对低矮的山地和当雄-羊八井盆地, 东南尽管高差很大, 但海拔却不如其周邻的其他山脉, 因而分布于纳木错南岸和

当雄-羊八井盆地的第四纪沉积物, 主要来源于念青唐古拉山脉(特别是其第四纪不同冰期的冰川与冰水沉积物)。

念青唐古拉山中段第四纪冰川作用发育。钱方等(1982)和中国科学院青藏高原综合科学考察队(1983a, 1986)较详细地研究了该段念青唐古拉山脉东南麓第四纪冰川作用、地层和新构造运动。前者在吉达果、羊八井和当雄 3 个断续相连的盆地中划分出 5 次冰期和 1 次冰缘期, 自老至新依次为欠布冰期、那曲冰缘期、当雄冰期、羊八井冰期、海龙冰期和躺兵冰期, 并确定其中的欠布冰期属第四纪下限, 为 3 500 ka B P 的早更新世初期; 后者在《西藏

本文为国土资源大调查项目“西藏纳木错地区第四纪环境演变调查研究”(编号:DKD2001006)和“西藏当雄幅 1:25 万区域地质调查”(编号:DKD9901001)的阶段性研究成果。

改回日期:2002-3-19, 责任编辑:宫月萱。

第一作者:朱大岗, 1951 年生, 研究员, 从事区域地质、沉积相与古环境研究。

冰川》一书中仅在羊八井盆地中划分出中更新世以来的3次冰期,自老至新称为硫磺山冰期、叶巴果冰期和海龙村冰期,分别相当于青藏高原的聂聂雄拉冰期、古乡冰期与末次冰期,并在书中提到该区的现代冰川。此外,浦庆余等(1982)的研究还涉及到包括本区在内的青藏公路沿线的第四纪冰缘现象。

笔者于2000年6~8月和2001年4~7月,在念青唐古拉山中段山脉两侧开展了地质调查与地质填图(图1)。不仅发现了中—晚更新世的3次冰期,而且对山脉两坡的历次冰川与冰水沉积进行了剖面测量。

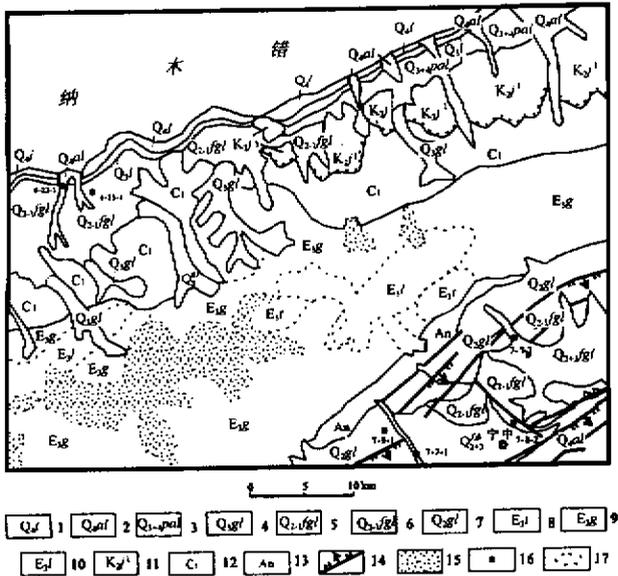


图1 念青唐古拉山脉主峰地区第四纪地质图

Fig. 1 The Quaternary period geologic map of the major ridges area in Nianqingtanggula mountain

- 1-全新统湖积 2-全新统冲积 3-上更新—全新统冲洪积 4-上更新统冰积 5-中-上更新统冰水沉积 6-中更新统冰水沉积 7-中更新统冰积 8-渐新统黑云母钾长花岗岩 9-渐新统黑云母二长花岗岩 10-渐新统黑云母花岗闪长岩 11-白垩系砂岩 12-石炭系泥质板岩 13-前震旦系念青唐古拉群 14-断层 15-终年积雪带 16-部分采样点 17-岩相界线

- 1-Holocene series lacustrine 2-Holocene series alluvium 3-upper Pleistocene-Holocene series alluvium and proluvium 4-upper Pleistocene series moraine 5-middle and upper Pleistocene series glaciofluvial deposit 6-middle Pleistocene series glaciofluvial deposit 7-middle Pleistocene series moraine 8-Oligocene series biotite moyite 9-Oligocene series biotite adamellite 10-Oligocene series biotite granodiorite 11-Cretaceous system sandstone 12-Carboniferous system argillite 13-pre-Sinian system Nianqingtanggula group 14-fault 15-snow deposit zone 16-sampling point 17-lithofacies line

1 第四纪冰期和地层划分

根据冰碛地层的地层层序、地质地貌特征及其相互接触关系,同时还考虑有关地层的古生物化石

组合、风化壳的位置、同位素年代、地貌部位、地层不整合和相应的冰蚀地形等因素,将念青唐古拉山中段的第四纪冰川划分为3次冰期,从新到老依次为:拉曲冰期(Q₃)、爬然冰期(Q₂₋₃)、宁中冰期(Q₂₋₁)。

1.1 拉曲冰期(Q₃)

拉曲冰期大致相当于玉木冰期(10~70 ka B P),在念青唐古拉山脉东南麓中段和西段拉曲冰期的侧碛与终碛垄仅发现于各大山谷之内,除主要大沟外,一般不能伸出山口(图版 I-1)。主要见于爬努曲、拉曲、曲嘎曲、穷木达、冉布曲、比郎曲等谷地中,均呈断续状分布,为小型的终碛与侧碛,其规模远小于前一次冰期,侧碛一般只保存数十至百余米长,10~20 m宽,5~15 m高。侧碛与终碛垄也出现于各山脊与高峰附近小型现代冰川的外围,其规模则小得多。在各沟谷出山外,形成了与该冰期冰碛相联系的山前扇形地,且各沟谷的扇形地已连成一片,成为山前倾斜平原,但往往稍有切割而成为低台地。该冰期以拉曲地区最为发育,故命名为拉曲冰期。

侧碛与终碛垄均由磨圆较好的砾石或砂砾石层组成。因为该扇形地与冰川终碛和侧碛并非直接相连,故其成因既可定为冰水沉积,也可定为洪积,二者间没有一条绝然的界线。但从扇形地表面常有巨大漂砾保存(图版 I-2)看,定为冰水沉积似乎更妥当些。从该冰期冰碛与冰水沉积的分布部位与沉积特征看,可与前人所划分的躺兵错冰期(钱方等,1982)或海龙村冰期对比(中国科学院青藏高原综合科学考察队,1986),可能属于晚更新世晚期。

念青唐古拉山脉北麓中段和西段拉曲冰期的侧碛与终碛垄,亦仅发现于各大山谷之内,一般只能到达山口,但不能伸进盆地,如在爬然、曲卡切、拉嘎、冻弄曲、查布曲及其支流冷青曲、冷穷曲(图版 I-3)与翁河盲曲等谷地中,均呈断续分布状,为小型的终碛与侧碛,其规模和地质特征与念青唐古拉山脉东南麓中段和西段所见相同。同时,其还出现于各山脊与高峰附近小型现代冰川的外围,只是规模更小。在各沟谷中及出山口外,还形成了与该冰期冰碛相联系的冰水阶地与山前冰水扇形地,局部已联成山前倾斜平原,但往往已稍有切割成为低台地,侧碛和终碛垄均由磨圆较好的砾石或砂砾石层所组成。从该冰期冰碛与冰水沉积的分布部位与沉积特征看,其可与念青唐古拉山脉东南麓的拉曲冰期相对比。

此外,在了冷青曲与冻弄曲源头,还发现了全新世新冰期与小冰期的数道侧碛与终碛,其中新冰期的两道终碛,距离现代冰川末端达500~600 m,而

在距现代冰川末端仅百余米的小冰期几道终碛的内侧一道,尚未有植被分布。

1.2 爬然冰期 (Q_{2-3})

Q_{2-3} 冰期大致相当于里斯(Riss)冰期(130~300 ka B P),在念青唐古拉山脉东南麓西段爬然冰期的冰碛物,构成了刚刚伸出各沟谷出山口不远的高侧碛,高出各沟谷50~100 m,如爪努、拉曲嘎、琢来、穷木达、冉布曲(图版 I-4)、尼弄曲、比郎曲等。同期的冰碛物,也构成各山脊与高峰附近的小型冰川外围、伸出其冰斗或谷地的终碛与侧碛。在该冰期侧碛与终碛的前方或外围,有冰水平台分布,但它们与附近河床的高差已减为10~20 m。冰水沉积物具有某些洪积物的特征,如砾石有一定磨圆,有一定的分选,但较差,亦有一定的层理,但不够清晰等。根据上述特征判断,该次冰期有可能属于中更新世晚期,相当于前人所划分的海龙冰期(钱方等,1982)或叶巴果冰期(中国科学院青藏高原综合科学考察队,1986),也相当于藏东南的古乡冰期和玉龙山的丽江冰期(赵希涛等,1999)。

在念青唐古拉山脉北麓中段和西段爬然冰期的冰碛物,构成了刚刚伸出各沟谷出山口不远的终碛与高侧碛。其中尤以爬然地区最为发育,该冰期的冰碛沿山麓分布,长达十多千米,故命名为爬然冰期。其侧碛可高出各沟谷底20~80 m,在比朗、爬然、曲嘎切、冻弄曲(图版 I-5)、查布曲及其支流冷青曲、冷穷曲与翁河盲曲及古仁曲与加冬曲汇合处北侧被废弃的河道两侧等处均可以看到。该冰期侧碛与终碛的前方或外围也有冰水平台或缓丘分布,与附近河床的高差已减为十多米。在中段的3条沟口,冰水扇形台地已伸入纳木错南岸,其冰水沉积物的特征,与念青唐古拉山脉东南麓西段大体相同。故该次冰期与山脉南东麓的爬然冰期相当。

1.3 宁中冰期 (Q_{2-1})

宁中冰期大致相当于明德(Mindel)冰期(500~700 ka B P),在念青唐古拉山脉东南麓西段和中段宁中冰期的冰碛物构成了山麓与山前的高平台,高出附近出山沟谷河床数十米至300 m(图版 I-6)。大多连续分布在山前,几乎每一个大小沟口外,均成为一个过渡的高平台。冰碛物由粗大的、磨圆较差而分选不好的石块与巨大的漂砾组成,砾石成分主要是来源于念青唐古拉山的各种变质岩与沉积岩,不少砾石风化较深,台地表面往往发育颜色不同(棕红、黄褐、灰棕等)厚薄不等(从几十厘米到几米)的古土壤(图版 I-7)。在这些冰碛高平台外侧,则有与其相连的冰水平台、缓丘或小岗,往往高出附近小

河河床30~50 m。冰水沉积物亦由较粗大,但磨圆良好并有明显分选的砾石或砂砾层组成,其表面也有若干漂砾分布。台地表面也同样发育了颜色不同、厚薄不等的古土壤。剖面测量及其冰碛物与冰水沉积物的分布与其保持的地貌部位表明,这些沉积物均来源于念青唐古拉山,但已看不出来源于哪一条沟谷。其沉积与风化特征及其与青藏高原其他冰川区的对比,可初步推断,该期冰川作用具有山麓冰川的性质,是现知本区较老一次冰期,相当于珠穆朗玛峰地区中更新世早中期的聂聂雄拉冰期(赵希涛等,1976;郑本兴等,1976;中国科学院青藏高原综合科学考察队,1986),但暂时无法像钱方等(1982)那样在本区进一步划分为当雄冰期与羊八井冰期,或像赵希涛等(1999)在玉龙山东麓那样进一步划分为玉龙冰期与干海子冰期了。该期冰碛和冰水沉积物以宁中地区出露最好,故命名为宁中冰期。

在念青唐古拉山脉北麓中段和西段宁中冰期的冰碛物,也构成了山麓与山前的高平台、长梁或缓丘,大多高出附近出山沟谷河床数十米至200 m(图版 I-8)。但这些高平台,即比朗、爬然、拉嘎等沟口的冰碛平台已伸入纳木错南岸。在古仁曲、藏布曲及其支流冷青曲、冷穷曲、翁河盲曲等河口,仅伸出至山前平原。冰碛物由粗大的、磨圆较差而分选不好的石块与巨大的漂砾组成,砾石成分与东南麓地区出露的大体相同,局部地段为分布于山脉北侧的石炭系板岩、千枚岩和变质砂岩,不少砾石已受到风化,台地表面也有古土壤发育。在这些冰碛高平台、长梁或缓丘的外侧或四周,则有与其相连的冰水平台、缓丘或小岗,常高出附近小河河床30~50 m。冰水沉积物的特点与前者相同。台地与缓丘表面也有古土壤发育。该冰期的冰碛与冰水沉积物的分布与保持的地貌部位基本上与南东麓相似,但略有差别,大部分只能笼统地知道这些沉积物来源于念青唐古拉山,部分能看出它们大体来源于哪一条沟谷。从其沉积与风化特征上可初步推断,该期冰川作用也具有山麓冰川的性质,是现知念青唐古拉山脉北麓西段较老一次冰期,其形成时代与念青唐古拉山脉东南麓的宁中冰期相当。

2 第四纪地层剖面与地层层序

2.1 羊八井地区

羊八井剖面位于中尼公路里程碑6 km处,念青唐古拉山东南麓(图2)。剖面自上而下可划分为:弄嘎冰期、爬然冰期、宁中冰期,三者间为不整合接触,总计厚度447.7 m。其沉积物特征见表1。

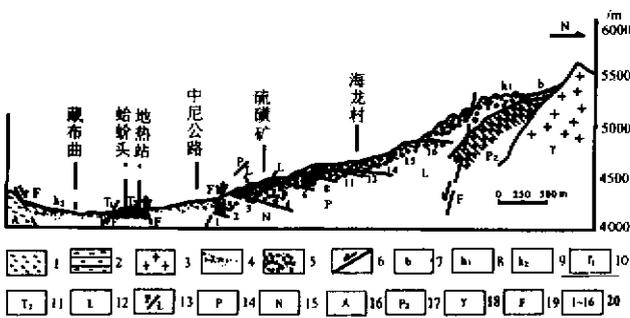


图2 羊八井硫磺矿第四纪地层剖面
(据钱方等 1982 年资料修改)

Fig.2 The Quaternary period stratum section in Yangbajing
(after Qian Fang et al. ,1982)

- 1-火山岩 2-变质岩 3-侵入岩 4-砂砾层 5-冰碛层 6-断层 7-现代冰川 8-现代冰川终碛 9-冰后期冲、洪积 ;10-一级阶地堆积 ;11-二级阶地堆积 ;12-拉曲冰期冰碛 ;13-拉曲冰期-爬然冰期堆积 ;14-爬然冰期冰碛 ;15-宁中冰期冰碛 ;16-安山岩 ;17-念青唐古拉群 ;18-花岗岩 ;19-断层 20-分层号
- 1-volcano rock ;2-metamorphic rock ;3-intrusive rock ;4-gravel layer ;5-moraine layer ;6-faults ;7-existing glacier ;8-existing glacier terminal morane ;9-post-glacial period alluvium and proluvium ;10-first-order terrace accumulation ;11-second-order terrace accumulation ;12-Laqu glacial moraine ;13-Laqu and Paran glacial moraine ;14-Paran glacial moraine ;15-Ningzhong glacial moraine ;16-andesite ;17-Nianqingtanggula group ;18-granite ;19-faults 20-layer number

上述冰碛、冰水砾石层和砂层,分布于念青唐古拉山东南麓,顶部被更晚的冰碛所覆盖。海龙村以北,从冰川槽谷口至现代冰川冰舌,可以见到 13 道终碛堤,均由大小混杂的花岗岩、花岗斑岩等组成,每条终碛堤的高度都在 20 m 以上。从远离冰舌的第一道终碛起,可以分为 3 组,其终碛堤均以最大终碛堤为起始,分为 3 个冰川前进时期和若干次停顿。

在藏布曲北岸蛤蚱头见有 2 级阶地,一级阶地高 2 m,其上有 0.7~1.2 m 厚的硅藻土,硅藻植物的主要属种有:卵形双菱藻 *Suriralla ovata*,卵形(楔形)双菱藻 *Suriralla ovalis*,羊八井直链藻 *Melosira yangbajingensis* nov. Huang,小桥穹藻 *Cymbella parva*,蛇眼网眼藻 *Epithemia argus* 等(钱方等,1982),其时代为晚更新世或全新世初。二级阶地高 10~12 m,可分为 3 部分,上部为灰色泥砾层,砾径 10 cm 左右,磨圆中等,无方向排列;中部为流水交错层理的砂层;下部为灰色砂砾层,砾石岩性以石英岩为主,及花岗岩类和安山岩,为一套冰水相的堆积。

表 1 羊八井第四纪沉积物划分及基本特征

Table 1 The division and basic characteristic of Quaternary period deposits in Yangbajing

冰期	层	堆积物	堆积物(砾石)成分	砾径/cm	砾态	厚度/m
拉曲冰期	16	棕黄色冰碛层	花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩、安山岩	20~100	次圆-次棱	80
	15	棕黄色冰碛和冰水堆积	同上	大小混杂	—	40
	14	河流相砂层和红色风化壳	—	—	—	8
爬然冰期	13	灰白色冰碛层	花岗岩、花岗片麻岩、花岗闪长岩、二云母花岗岩	20~60	次圆-次棱	50
	12	灰白色砂层	—	—	—	18
	11	杂色砂砾层	同上	—	次圆状	20
	10	灰白色冰碛层	同上	—	次圆状	25
	9	冰水砾石层	同上	30~60	—	40
	8	冰水砾石层	同上	—	—45	—
	7	冰水砂砾层	同上	10~20	—	20
	6	灰色冰碛层	同上	15~40	—80	—
宁中冰期	5	含硫磺矿砂层	同上	—	—	6.7
	4	含硫磺矿冰碛层	黑云母片岩、石英岩、花岗岩	—	次棱角状	30
	3	砂层与粘土互层	—	—	—	6
宁中冰期	2	砾石层与粗砂层互层	砾岩、花岗片麻岩、石英岩	20~30	—	10
	1	砂砾层、冰碛层和泉华胶结砾砂层	含砾板岩、花岗片麻岩、片麻岩、石英岩、硅质岩、片岩	20~30	—	14

2.2 当雄地区

躺兵错-沙康果剖面(图 3)位于当雄县城西,剖面从念青唐古拉山向南东经冰埂错、躺兵错、沙康果

到当曲。剖面上的冰碛物可划分为 3 期,3 期之间为不整合接触,其沉积物特征见表 2。在当雄电站、曲登、日贡布等地的地层剖面上也可见到这种情况。

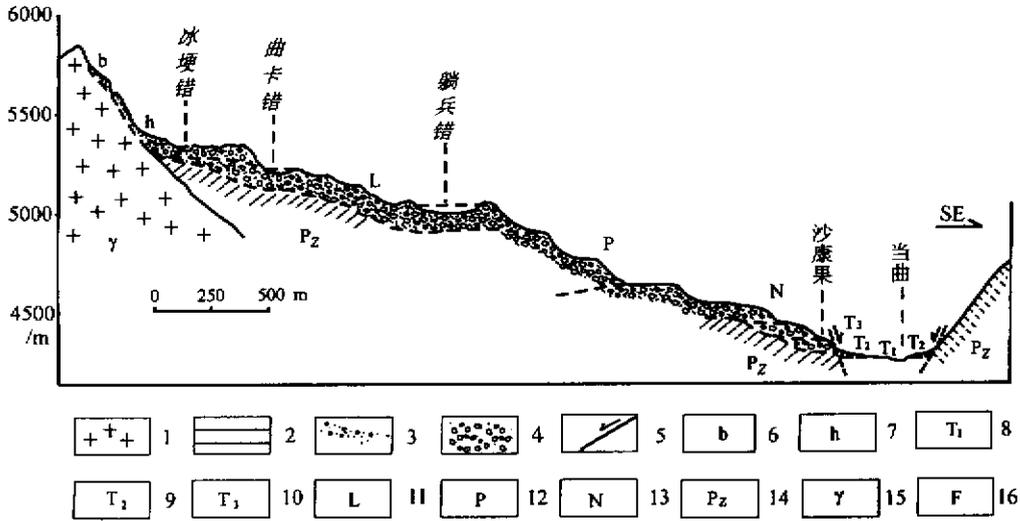


图 3 当雄沙康果第四纪地层剖面(据钱方等 1982 年资料修改)

Fig.3 The quaternary period stratum section in Dangxiong-Shakangguo(after Qian Fang et al.,1982)

- 1-侵入岩 2-变质岩 3-砂砾层 4-冰碛层 5-断层 6-现代冰川 7-现代冰川终碛 8-一级阶地堆积 9-二级阶地堆积 10-三级阶地堆积 ;
- 11-拉曲冰期冰碛 ;12-爬然冰期冰碛 ;13-宁中冰期冰碛 ;14-念青唐古拉群 ;15-花岗岩 ;16-断层及推测断层
- 1-intrusive rock 2-metamorphic rock 3-gravel layer 4-moraine layer 5-faults 6-existing glacier 7-existing glacier terminal morane 8-first-order terrace accumulation 9-second-order terrace accumulation ;10-third-order terrace accumulation ;11-Laqu glacial moraine ;12-Paanl glacial moraine ;
- 13-Ningzhong glacial moraine ;14-Nianqingtanggula group ;15-granite ;16-fault and inferred fault

表 2 当雄沙康果第四纪沉积物划分及基本特征

Table 2 The divides and basic characteristic of Quaternary period deposits in Dangxiong-Shakangguo

冰期	地点	堆积物	堆积物(砾石)成分	砾径/cm	砾态	厚度/m
拉曲冰期	躺兵错	棕黄色冰碛层	花岗岩、花岗闪长岩、石英岩	40~100	次圆-次棱	33~50
		棕黄色冰碛和冰水堆积	同上	大小混杂	次圆-次棱	
爬然冰期	日贡布	冰碛砾石层	石英岩、石英砂岩、花岗岩、花岗片麻岩	25~60	次棱角状	100~150
		杂色砂砾层	砂板岩、石英岩、石英砂岩、流纹岩、安山岩、砂砾岩	5~20	次圆-次棱	30~50
	沙康果	红色含砾粘土层	砂岩、砂板岩、砾岩、石英岩、花岗岩(少量)	0.5~1	次棱角状	5
宁中冰期	曲登 当雄 电站	冰碛层	斑状花岗岩、石英砂岩、砂板岩、片岩	20~100	次圆-次棱	10~100
		砂砾层	石英砂岩、砂板岩、石英岩	20~30	次圆状	4
		黄色砂砾层	同上	20~30	次圆状	5
		细砾粗砂层	同上	0.5~3	次圆状	4
		黄色砾石层	石英岩、石英砂岩、砂岩、砂板岩、花岗岩(少量)	3~10	次圆状	2

万方数据

2.3 念青唐古拉山北麓

念青唐古拉山北麓剖面位于拉曲东岸,拉曲发源于念青唐古拉山中段北麓,向北注入纳木错,其第

四系剖面中的冰碛物也可三分为:拉曲冰期、爬然冰期、宁中冰期,三者间为不整合接触,其沉积物划分及特征见表 3。

表 3 念青唐古拉山北麓第四纪沉积物划分及基本特征

Table 3 The division and basic characteristic of Quaternary period deposits in the northern foot of Nianqingtangoulashan Mountains

冰期	堆积物	堆积物(砾石)成分	砾径/cm	砾态	厚度/m
拉曲冰期	棕黄色冰碛层	花岗岩、花岗斑岩、花岗闪长岩、安山岩	5~15	次圆-次棱	100
	棕黄色冰碛和冰水堆积	同上	大小混杂	—	
爬然冰期	冰碛砾石层	石英岩、石英砂岩、砂岩、砾岩、花岗片麻岩	20~50	次棱角状	100~150
	层状砂砾层	砂岩、砂板岩、板岩、安山岩、流纹岩、石英岩、石英砂岩	5~15	次圆-圆状	100
	灰白色冰碛层	斑状花岗岩、砂岩、砂板岩	15~50	次圆状	25
	冰水砾石层	同上	30~60	—	10
	红色风化壳	同上	—	—	0.4
宁中冰期	冰碛砾石层	红色砂岩、片岩、砂板岩、石英岩、花岗岩	20~50	次圆-次棱	80
	冰水砾石层	同上	30~60	—	50
	灰褐色亚粘土层	细砾、细砂夹薄层炭质粘土	—	—	4
	灰黄色砂砾层	同上	2~10	次圆状	3

3 问题与讨论

综上所述,除念青唐古拉中段第四纪冰期的三段式划分外,尚有一些问题值得探讨和研究。

3.1 关于老冰期及其冰碛层

在当雄-羊八井盆地中,早于宁中期冰期的冰碛物,见有在盆地中呈岛山状分布的一个个孤立的以砾石为主的杂乱堆积体,一般为高出现代河面 200 m 的山包,时常零星散布着冰川漂砾,其成分有板岩、千枚岩、花岗岩、凝灰岩、石英砂岩等,砾径 10~50 cm,最大砾径超过 2 m,且堆积物风化强烈,多已成土状。这些漂砾和堆积物的存在,可能说明在盆地中还有更老的冰期,有可能是属于早更新世早期(Q₁; 2 450~3 500 ka B P)的冰碛物(韩同林, 1991)。此外,在当雄-羊八井盆地中,还有埋藏较深的第四纪堆积(羊八井钻孔中已见到),这些堆积物的下部应包含有更老冰期的冰碛物。

3.2 关于各次间冰期

在念青唐古拉山中段间冰期地层中,已发现的宁中-爬然冰期间冰期的堆积物,为河流相冲积层。而更早冰期间冰期的堆积物尚未发现,可能由于后期的断陷被深埋在盆地中。爬然-拉曲冰期间冰期

的堆积物,可以羊八井剖面上的红色风化壳和当雄电站剖面上的红色风化壳为代表,后者风化壳红土经分析(李吉均等, 1986),pH 为 6~7,钙质无反应或极少,氧化硅与氧化铝之比为 2 左右,与亚热带红壤较相近,其粘土矿物成分以伊利石、高岭石为主,蒙脱石少量。宁中-爬然冰期间冰期的堆积物,以当曲、拉曲河谷第三级阶地及其堆积物为代表,三级阶地的相对高度约为 15~20 m,上部堆积物是黄色砂砾层,下部堆积物是河床相砂砾石层,其顶部还有从冰碛台地上搬运来的花岗岩漂砾。3 期间冰期在不同的地段表现不同,有时不易划分。

3.3 本区冰期与青藏高原及其他地区冰期对比

此次研究认为自第四纪开始,大约距今 700 ka B P 以来,本区曾发生过至少 3 次冰期,从地质特征与冰川类型上,均可与珠穆朗玛地区的聂聂雄拉冰期、珠穆朗玛冰期的基隆寺和绒布寺阶段、藏东南的古乡冰期和玉龙山的丽江冰期、大理冰期相对比,或与云南地区的玉龙冰期与干海子冰期相对比(表 4)。也可和唐古拉地区、昆仑山地区的冰期对比,并和云南梅里雪山地区、北京及河北地区的冰期划分有相似之处。主要存在的问题是缺乏同位素测年资料 and 古生物分析依据。这些问题尚需探讨与解决。

表 4 念青唐古拉山地区第四纪冰期划分对比表

Table 4 The division and comparison of Quaternary period glacial epoch of Nianqingtangoulashan Mountains

时代		中国科学院综合考察队 (1984)	钱方等 (1982)	中国科学院综合考察队 (1986)	赵希涛 (1999)	本 文
纪	世					
第 四 纪	全新世	—	—	现代冰川	—	新冰期与现代冰川
	上更新世	绒布寺冰期	躺冰错冰期	海龙村冰期	—	拉曲冰期
	中更新世	基龙寺冰期	海龙冰期	叶巴果冰期	古乡/丽江冰期	爬然冰期
		聂拉木冰期	—	羊八井冰期	硫磺山/聂聂雄 拉冰期	玉龙冰期
	当雄冰期			干海子冰期		
下更新世	希夏邦马冰期	欠布冰期	—	—	—	

参 考 文 献

李吉明, 郑本兴, 杨锡金等. 1986. 西藏冰川. 北京: 科学出版社, 217~231.

浦庆余, 吴锡浩, 钱方. 1982. 青藏公路沿线第四纪冰缘现象及其在古地理上的意义. 见: 青藏高原地质文集(4) 第四纪地质、冰川, 北京: 地质出版社, 51~70.

钱方, 浦庆余, 吴锡浩. 1982. 念青唐古拉山东南麓第四纪冰川地质. 见: 青藏高原地质文集(4) 第四纪地质、冰川, 北京: 地质出版社, 34~50.

施雅风, 郑本兴. 1996. 青藏高原进入冰冻圈的时代、高度及其对周围地区的影响. 见: 青藏高原形成演化、环境变化与生态系统研究学术论文年刊, 北京: 科学出版社, 136~146.

赵希涛, 曲永新, 李铁松. 1999. 玉龙雪山东麓更新世冰川作用. 冰川冻土, 21(3): 242~248.

中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1983. 西藏地貌. 北京: 科学出版社.

中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1984. 西藏第四纪地质. 北京: 科学出版社.

中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1986. 西藏冰川. 北京: 科学出版社.

Surrounding Areas. Study of the Formation and Evolution, the Environmental Variation and the Ecological System on the Qinghai-Xizang Plateau, Beijing: Science Press, 136~146(in Chinese with English abstract).

The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. 1983. Geomorphology of Xizang(Tibet). Beijing: Science Press(in Chinese).

The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. 1984. Quaternary geology of Xizang(Tibet). Beijing: Science Press (in Chinese).

The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. 1986. Glaciers of Xizang (Tibet). Beijing: Science Press(in Chinese).

Zhao Xitao, Qu Yongxin, Li Tiesong. 1999. Pleistocene glaciations along the eastern foot of the Yulong Mountains. Journal of Glaciology and Geocryology 21(3):242~248(in Chinese with English abstract).

图版说明(Plate Note)

- I-1 念青唐古拉山东南麓西段, 拉曲冰期的侧碛和终碛垄, 均呈断续分布状, 仅见于各大山谷之内, 一般不能伸出山口, 穷木达。
- I-2 念青唐古拉山东南麓西段, 拉曲冰期的冰碛物中发育有巨大漂砾, 当雄县羊八井。
- I-3 念青唐古拉山北麓西段, 拉曲冰期的侧碛和终碛垄, 仅见于各大山谷之内, 一般不能伸出山口, 均呈断续分布状, 冷穷曲。
- I-4 念青唐古拉山东南麓西段, 爬然冰期的冰碛物, 构成刚刚伸出各沟谷出山口不远的高侧碛, 高出各沟谷 50~100 m, 并被活断层所切割, 冉布曲。
- I-5 念青唐古拉山北麓西段, 爬然冰期的冰碛物, 构成刚刚伸出各沟谷出山口不远的高侧碛, 侧碛高出各沟谷底 20~80 m, 翁河盲曲。
- I-6 念青唐古拉山东南麓西段, 宁中冰期的冰碛物, 构成山麓与山前的高平台, 高出附近山沟谷和河床数十米, 当雄县夹多乡。
- I-7 念青唐古拉山东南麓西段, 宁中-爬然冰期间冰期的堆积物, 为杂色风化壳, 冉布曲上游。
- I-8 念青唐古拉山北麓西段, 宁中冰期的冰碛物, 构成山麓与山前的高平台、长梁或缓坡, 高出附近山沟谷和河床数十米至 200 m, 测曲上游支流冻弄曲。

References

Li Jijun, Zheng Benxing, Yang Xijin et al. . 1986. Glaciers of Xizang(Tibet), Beijing: Science Press, 17~231(in Chinese).

Pu Qingyu, Wu Xihao, Qian Fang. 1982. Quaternary ice margin along the Qinghai-Xizang highway and its paleogeographic significance. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau (4) Beijing: Geological Publishing House, 51~70(in Chinese).

Qian Fang, Pu Qingyu, Wu Xihao. 1982. Quaternary glaciogeology at the southeastern foot of the Nyainqentanglha Range. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, (4) Beijing: Geological Publishing House, 34~50(in Chinese).

Shi Yafeng, Zheng Benxing. 1996. Timing and height of the Qinghai-Xizang Plateau Uplifting into the Cryosphere and Its Impact on the



1



2



3



4



5



6



7



8